



**CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA  
CVC**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS MINERIA Y  
QUIMICA  
INGEOMINAS**

**CONVENIO CVC-984/96 INGEOMINAS I-024**

**SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES Y REMOCION  
EN MASA DE LA PARTE MEDIA A BAJA DE LOS RIOS CAÑAS Y  
DESBARATADO, POBLACIONES DE LLANITOS Y EL TAMBORAL  
DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA.**

Santa Fe de Bogotá, Mayo de 1998.

República de Colombia  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA

**CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**

**CVC**

**SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS MINERIA Y  
QUIMICA**

**INGEOMINAS**

**SUBDIRECCION DE INGENIERIA GEOAMBIENTAL**

**CONVENIO CVC-984/96 INGEOMINAS I-024**

**SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES Y REMOCION  
EN MASA DE LA PARTE MEDIA A BAJA DE LOS RIOS CAÑAS Y  
DESBARATADO, POBLACIONES DE LLANITOS Y EL TAMBORAL  
DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA.**

Santa Fe de Bogotá, Mayo de 1998.

**CVC**

**DIRECTOR GENERAL  
OSCAR LIBARDO CAMPO VELASCO**

**SUBDIRECTOR DE GESTION AMBIENTAL  
HERNAN RAUL LARA ALVAREZ**

**INGEOMINAS**

**DIRECTOR GENERAL  
ADOLFO ALARCON GUZMAN**

**SUBDIRECTOR AREA DE INGENIERIA GEOAMBIENTAL  
EDGAR EDUARDO RODRIGUEZ**

## AGRADECIMIENTOS

El INGEOMINAS y el personal que participó en este estudio agradecen la colaboración prestada por las autoridades y habitantes de la región.

El jefe del proyecto agradece al grupo de profesionales del INGEOMINAS que con su ardua labor y comprensión, hicieron posible la culminación de este trabajo. Especial mención de agradecimiento se reserva para el Ingeniero Civil Omar Chaves, interventor del estudio, por su permanente colaboración y valiosos aportes, así como para la CVC y su sede en Florida, quienes estuvieron atentos a prestar su colaboración durante el desarrollo del estudio; a la Geóloga Marta Edith Velázquez directora (E) de la Unidad Operativa del INGEOMINAS en Cali, por su constante apoyo y amistad incondicional; al ingeniero Nelson Patiño, Jefe Operativo por su gestión en las actividades administrativas y logísticas del proyecto y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron al feliz término de este.

## PERSONAL PARTICIPANTE

La dirección de este estudio estuvo a cargo del Ingeniero Edgar Rodríguez como subdirector del área de ingeniería Geoambiental, el Dr. Germán Vargas C. Coordinador del programa de “Investigación y Evaluación de Amenazas y Riesgos Geológicos” y del Geólogo Eduardo Castro Marín, como jefe del proyecto.

En la ejecución técnica del estudio participó un grupo de profesionales del INGEOMINAS pertenecientes al área de Ingeniería Geoambiental de la Sede Central de Bogotá y las Unidades Operativas Regionales de Cali e Ibagué.

A continuación se relaciona el grupo de trabajo y su tema de participación.

**Asesor:** Ingeniero Civil Gustavo Silva en Hidráulica.

**Geología y Geomorfología:** Geólogos Manuel Moreno<sup>1</sup> y Eduardo Castro Marín<sup>2</sup>

**Susceptibilidad:** Geólogos Manuel Moreno<sup>1</sup> y Eduardo Castro Marín<sup>2</sup>

**Cartografía Digital:** Topógrafo Rodrigo Esquivel<sup>1</sup>

**Auxiliar de Geología:** Cristina Castellanos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Responsable de la ejecución del tema, <sup>2</sup> Participante, <sup>3</sup> Colaborador.



# TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS	1
1.2	ALCANCE DEL ESTUDIO	1
1.3	LOCALIZACIÓN	2
<b>2</b>	<b>GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA</b>	<b>4</b>
2.1	GEOMORFOLOGÍA	4
2.2	GEOLOGÍA	4
2.2.1	FORMACIÓN AMAIME (JKa)	7
2.2.2	DEPÓSITOS DE CONOS DE DEYECCIÓN	7
2.2.2.1	Cono de Deyección Antiguo (Nca1)	8
2.2.2.2	Cono de Deyección de Florida (Qca2)	8
2.2.2.3	Cono de Deyección (Qca3)	11
2.2.2.4	Cono de deyección del río Cañas (Qca4)	11
2.2.2.5	Cono de deyección del río Desbaratado (Qca5)	12
2.2.3	DEPÓSITOS ALUVIALES Y FLUVIOTORRENCIALES RECIENTES	13
2.2.3.1	Nivel de terraza (Qt2)	14
2.2.3.2	Depósitos aluviales recientes (Qal)	17
2.2.4	SUELOS RESIDUALES (Sr)	17
2.2.5	DEPÓSITOS DE LAVADO DE LADERAS (QLa)	18
<b>3</b>	<b>RECUENTO HISTÓRICO DE AVENIDAS TORRENCIALES DE LOS RÍOS CAÑAS Y DESBARATADO</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES</b>	<b>23</b>
4.1	GRADOS DE SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES	26
4.1.1	SUSCEPTIBILIDAD MUY ALTA (MA)	26
4.1.2	SUSCEPTIBILIDAD ALTA (A)	27
4.1.3	SUSCEPTIBILIDAD INTERMEDIA (I)	27
4.1.4	SUSCEPTIBILIDAD BAJA (B)	27
4.1.5	SUSCEPTIBILIDAD MUY BAJA (MB)	28
4.2	SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS EROSIVOS Y DE REMOCIÓN EN MASA	28
4.2.1	SUSCEPTIBILIDAD A EROSIÓN POR SOCAVACIÓN LATERAL (Sl)	28
4.2.2	SUSCEPTIBILIDAD ALTA A EROSIÓN Y REMOCIÓN EN MASA (Aer)	28
4.2.3	SUSCEPTIBILIDAD MODERADA A EROSIÓN Y REMOCIÓN EN MASA (Mer)	29

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	3
Figura 2 Geomorfología del área de estudio	5
Figura 3. Esquema geológico del área de estudio	6
Figura 4 Sección estratigráfica del cono de deyección antiguo Nca1, descrita en un talud de corte de la margen izquierda de la quebrada el Peñón	9
Figura 5. Sección estratigráfica del cono de deyección Qca2, en la margen izquierda del río Fraile, cerca a la bocatoma del canal Pedro Díaz.	10
Figura 6. Sección estratigráfica del cono de deyección del río Desbaratado (Qca5).	13
Figura 7. Sección estratigráfica del nivel de terraza Qt2, observada en la margen derecha del río Desbaratado en el sector más occidental del área de estudio.	16
Figura 8. Sección estratigráfica del nivel de terraza Qt1, observada sobre la margen izquierda del río Cañas.	18
Tabla 1 Recuento de avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado.	22
Figura 9. Esquema de la influencia de la Falla Potrerillos en la migración de los canales de los ríos Bolo, Párraga, Fraile y Desbaratado	24

### LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Nivel de terraza Qt2 observada sobre la margen derecha del río Desbaratado, sector más occidental del área de estudio. Altura de la sección 6,20 m, con presencia de 19 capas de arenas y limos. Nótese en la parte media la presencia de restos de árboles y basura vegetal, sobresale un hueco dejado por un tronco de aproximadamente 30 cm de diámetro.	15
Fotografía 2. Nivel de terraza Qt1 observada sobre la margen izquierda del río Cañas. Altura de la sección 2.7 m. Nótese la presencia de gravas medias a gruesas, con imbricación e intercalaciones de estratos de arena gruesa con grava fina	19
Fotografía 3. Suelo residual proveniente de un antiguo depósito fluviotorrencial. Nótese las siluetas de los fragmentos originales.	20

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es evaluar, con base en la identificación y análisis de las características geológicas, especialmente de tipo sedimentológico, geomorfológico, estructural y registro testimonial e histórico, la susceptibilidad a avenidas torrenciales y a la remoción en masa de un área de aproximadamente 18 km<sup>2</sup>, correspondiente a la parte media baja de los ríos Cañas y Desbaratado, dentro de la cual se encuentran centros poblados, como las Inspecciones de Policía de Llanitos, El Tamboral y otros que han crecido alrededor de escuelas y sitios de trabajo.

El sector de estudio se ha caracterizado durante toda su historia, por ser una superficie afectada por desbordes periódicos de los ríos mencionados, con pérdidas principalmente por destrucción de sistemas de bocatomas para acueductos y canales de riego, carreteras, cultivos y viviendas.

El documento y la representación cartográfica de los grados de susceptibilidad, se presentan con el fin de que sirvan como instrumento preventivo, como guía para la puesta en marcha de planes de protección para la población, y de orientación para reducir el efecto de las avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa, mediante medidas correctivas y planes de contingencia.

## 1.2 ALCANCE DEL ESTUDIO

Este estudio contiene información escrita y cartográfica, resultado de la zonificación del área de estudio, en sectores con diferente grado de susceptibilidad a avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado, y a procesos de erosión y remoción en masa en sectores de ladera.

La información histórica y reciente, respecto a la ocurrencia de avenidas torrenciales de alguna severidad, consultada en los archivos de la CVC, periódicos, base de datos de INGEOMINAS y testimonios, en la mayoría de los casos es imprecisa y escasa; ésta debe actualizarse continuamente por los Comités Locales de Emergencia encargados, y por las demás entidades del orden departamental y nacional involucradas en la atención y prevención de desastres naturales.

Se aclara que los límites de las zonas con diferente susceptibilidad, son en general aproximados y graduales, pero se acercan a la realidad del problema de las avenidas torrenciales y su prevención.

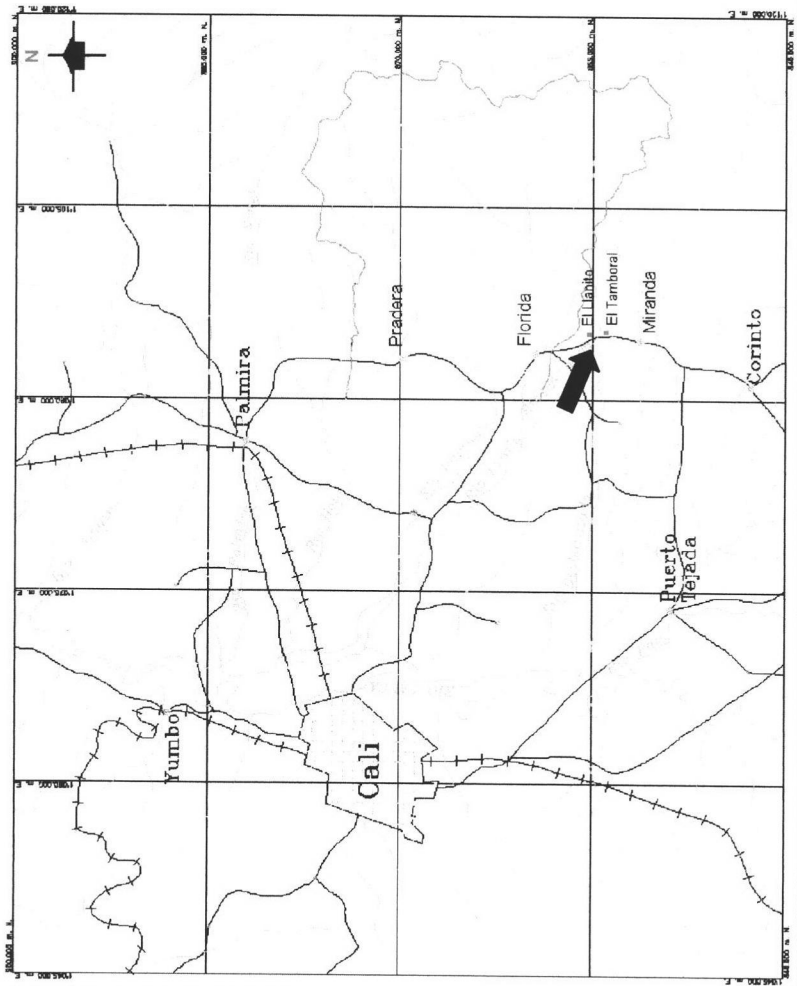
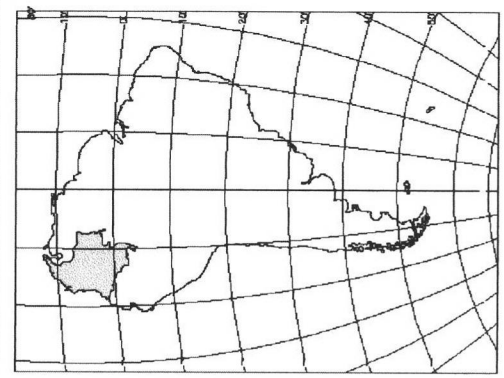
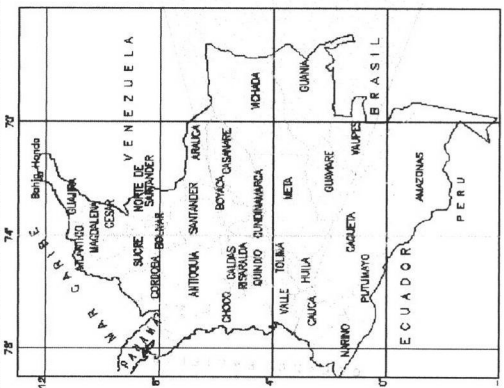
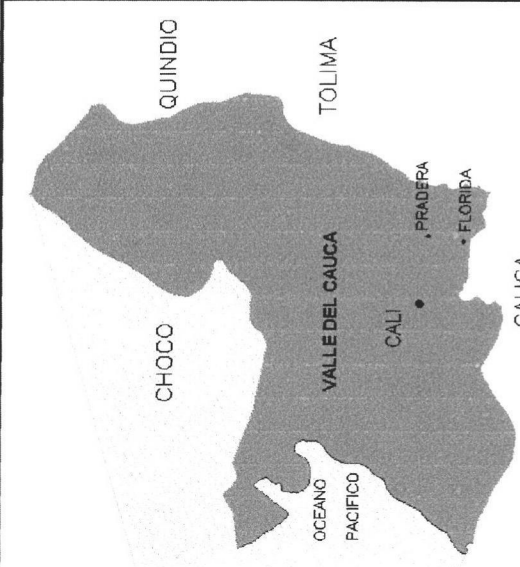
### 1.3 LOCALIZACIÓN

El área de estudio comprende un sector plano a ligeramente ondulado, perteneciente a la parte media baja de las cuencas de los ríos Cañas y Desbaratado, estribación occidental de la Cordillera Central de Colombia, dentro del territorio de los departamentos del Valle del Cauca y Cauca. Las coordenadas geográficas planas con origen en Santafé de Bogotá son:

$$\begin{array}{l} X= 852.000 \text{ N} \quad X= 857.000\text{N} \\ Y= 1.092.000\text{E} \quad Y= 1.096.750\text{E}. \end{array}$$


La altura respecto al nivel del mar se encuentra entre 1050 y 1150 m aproximadamente. El área tiene una extensión de 18 km<sup>2</sup>, con algunos centros poblados de interés como son las inspecciones de policía de El Llanito, El Tamboral y algunas haciendas de importancia entre ellas, Las Vegas, Michoacán, Delmedio, etc. (**Figura 1**).

El acceso al área de estudio se realiza desde Cali, por vía pavimentada a través de dos carreteras. La primera pasa por Candelaria y la segunda por Palmira. Una segunda opción es desde Popayán a través de la carretera Panamericana, entrando por la población de Santander de Quilichao y pasando posteriormente por Miranda.



**CONVENCIONES**

- Río
- Limite Zona de Estudio
- Cabecera Municipal



Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca  
 Instituto de Investigaciones en geociencias Minera y Química

**SUSCEPTIBILIDAD A AVERÍAS TORRENCIALES Y REMOCIÓN EN MASA DE LA PARTE MEDIA Y BAJA DE LOS RÍOS CAJAS Y DESBARATADO, POBLACIONES DE LLANITOS Y TAMBORAL, DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA**

**LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

AUTOR :	INSTITUTO :	SUPERVISOR :	FECHA: MAYO 1996
INGENIERA GEOMÁTICA	INGENIERA GEOMÁTICA	SUBSECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL UCLL	
INFORMES	INFORMES		
ESCALA : 1:500	ESCALA : 1:500		
PROYECTO :	PROYECTO :		
ÁREA :	ÁREA :		

Figura 1

## 2 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

### 2.1 GEOMORFOLOGÍA

Se identificaron en general cuatro geoformas que corresponden a (**Figura 2**):

- ♦ Laderas de piedemonte cordillerano, formadas por rocas de origen volcánico y depósitos de ladera.
- ♦ Colinas aterrazadas antiguas compuestas por depósitos fluviotorrenciales meteorizados y erosionados
- ♦ Conos de deyección
- ♦ Llanuras aluviales recientes

### 2.2 GEOLOGÍA

Geológicamente el área se divide en tres grandes conjuntos litológicos. Uno oriental de piedemonte cordillerano, formado por rocas volcánicas del Cretácico Inferior (Formación Amaime); seguido por una serie de colinas aterrazadas, compuestas por depósitos fluviotorrenciales antiguos. Finalmente hacia el occidente se presenta una superficie de llanura, con ligera inclinación al oeste, formada por sedimentos de conos de deyección de origen fluviotorrencial (flujos de escombros y depósitos de rellenos de canal), que han sido transportados por los ríos Fraile, Cañas y Desbaratado.

Sobre el sector de llanura, los ríos Cañas y Desbaratado sufren desbordes durante la presentación de crecientes extraordinarias, afectando parcialmente sitios poblados y extensas áreas de cultivo, principalmente de caña de azúcar.

Cada una de las geoformas de conos de deyección de la región, representan varias fases de actividad fluviotorrencial, que en conjunto generan geoformas de abanico unidas por coalescencia lateral, siendo en términos precisos abanicos compuestos.

Estructuralmente la zona relativamente plana (de llanura), está separada de la parte montañosa por una falla inversa, de dirección general NNE, denominada Falla de Potrerillos. La **Figura 3** muestra a escala 1:25.000 las unidades litológicas aflorantes en el área. A continuación se hace la descripción morfológica y litológica de cada una de estas unidades (**Mapa 1**):

### **2.2.1 Formación Amaime (Jka).**

Nombre propuesto por Mc Court y otros (1984), para designar una secuencia de lavas basálticas almohadilladas, de origen oceánico, de edad Cretácico Inferior, aflorantes en el río Amaime. Rocas similares a las anteriores afloran parcialmente en el costado oriental del área de estudio, conformando la zona de piedemonte del flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia.

En los sitios de afloramiento son lavas basálticas de color gris verdoso, moderada a altamente meteorizadas, completamente fracturadas, con separación de diaclasas entre 1 y 5 cm, que generan fragmentos angulares. Es común encontrar numerosos planos de fricción, que evidencian la presencia de la Falla de Potrerillos, localizada entre 100 y 200 m al oriente, fuera del área de estudio.

En zonas de ladera, el macizo rocoso es fácilmente excavable con martillo, retroexcavadora y aún con pala, razón por la que es utilizado como material de recebo para carreteras. Un ensayo granulométrico realizado en cercanías de la población de Florida, del material diaclasado y meteorizado de la parte más superficial del macizo rocoso, indica que este es un suelo granular grueso compuesto de grava con arena y en menor proporción limo inorgánico, que clasifica en el sistema USCS, como suelo GW-GM. Lo anterior, explica la presencia de erosión laminar difusa generalizada y la formación de surcos característico de esta unidad rocosa. En los sitios de cortes de corrientes donde la roca se encuentra más fresca, a pesar de estar diaclasada, es dura y resistente a la erosión fluvial.

### **2.2.2 Depósitos de conos de deyección.**

La zona relativamente plana del área de estudio, está conformada por depósitos de conos de deyección, que son el resultado de varias fases de actividad fluviotorrencial de los ríos Fraile, Cañas y Desbaratado. Los materiales depositados son sedimentos de flujos de escombros, rellenos de canal, depósitos de dique y de llanura de inundación.

Como resultado del trabajo de campo, y con base en características principalmente morfológicas y sedimentológicas, se diferenciaron cinco fases de formación de conos de deyección.

La actividad de desarrollo de las geoformas anteriores, ha venido decreciendo desde los últimos 10.000 años (período glaciario) hasta el presente, con formación de cuerpos cada vez de menor extensión, sugiriendo que la magnitud del aporte de materiales ha disminuido, pero que de otro lado la capacidad de arrastre de los ríos ha decrecido con la

consecuente elevación de los cauces, condición esta que contribuye efectivamente al problema de afectación por flujos torrenciales de los sectores aledaños a las corrientes. Sin embargo esta situación está alterada desde el puente de la carretera Florida a Miranda hacia aguas abajo por el proceso intenso de explotaciones mecanizadas de materiales de arrastre (desde hace aproximadamente 5 años), lo cual ha inducido la profundización del cauce en ese tramo.

Se consideran fuera de los planteamientos anteriores, los depósitos de conos antiguos (Nca1), posiblemente del Neógeno (entre 11 y 1.6 millones de años), que conforma colinas elevadas ubicadas en promedio 40 a 50 m, por encima del nivel actual de los ríos Cañas y Desbaratado.

#### **2.2.2.1 Cono de Deyección Antiguo (Nca1).**

Aflora en el sector oriental y nororiental del área de estudio, conformando una zona de colinas aterrazadas, limitadas por escarpes inclinados  $15^{\circ}$  a  $40^{\circ}$ , que se elevan más o menos 40 a 50 m, por encima del nivel actual de los ríos Cañas y Desbaratado. Se caracteriza por la presencia de erosión laminar intensa, surcos y terracetos, siendo este último el tipo de erosión más extendido en el sector.

Debido a su posición topográfica, desarrollo de capa orgánica y alto grado de meteorización del depósito, con una zona del orden de 20 metros de espesor, de suelo residual y roca completamente meteorizada, hacen suponer una edad Neógena.

Una sección estratigráfica descrita en el talud de corte de la margen izquierda de la quebrada el Peñón se muestra en la Figura 4.


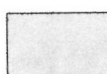


#### **2.2.2.2 Cono de Deyección de Florida (Qca2).**

Se localiza en el costado noroccidental del área, desde el río cañas hasta la altura de la hacienda Los Pisanos. Sobre él se encuentra una parte de las plantaciones de caña de azúcar propiedad del Ingenio Castilla.

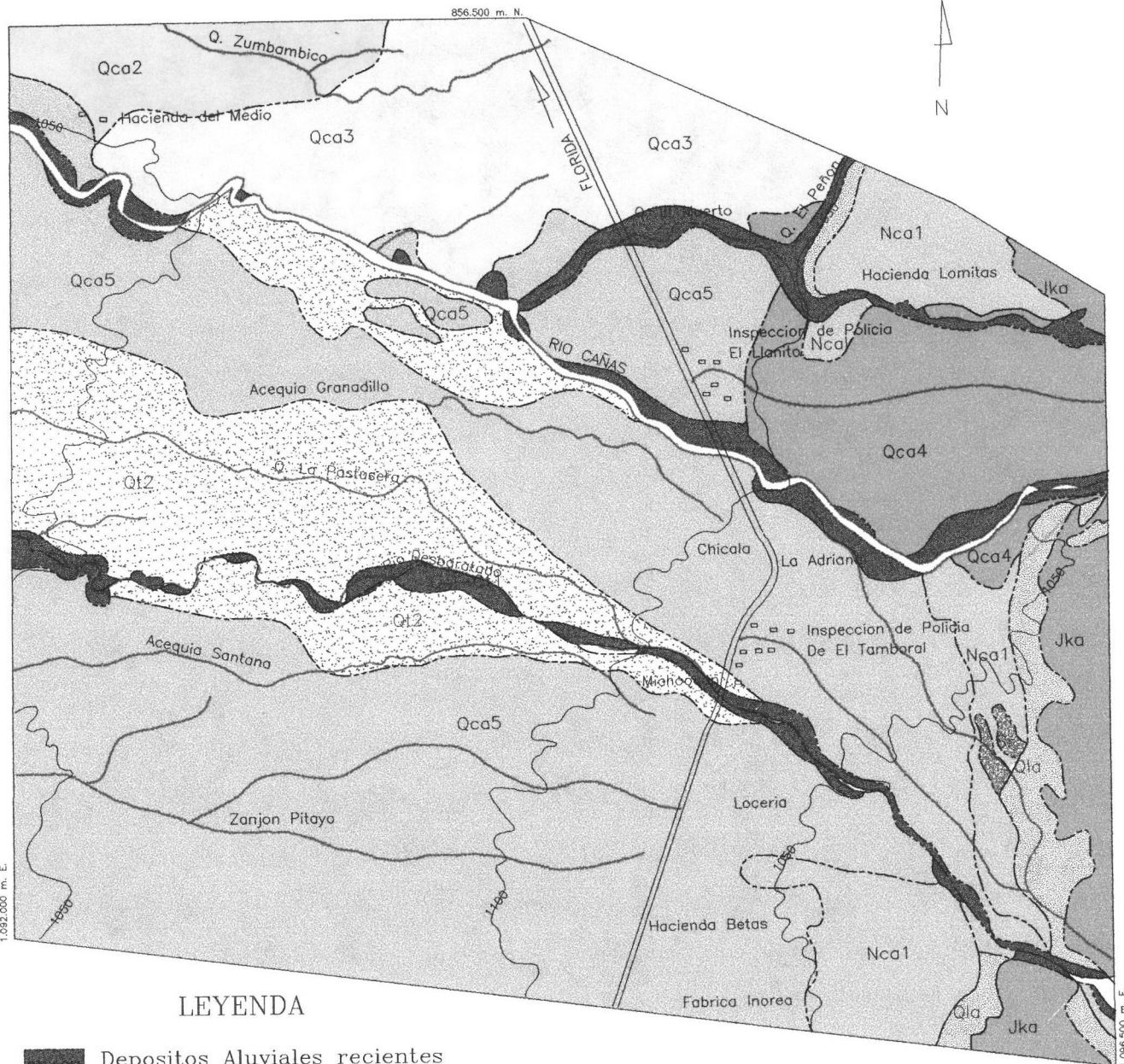
Genéticamente corresponde a un depósito de origen fluviotorrencial dejado por el río Fraile, cuyos productos se extendieron en dirección a Miranda. Geomorfológicamente conforma una zona de topografía más o menos plana, con ligera inclinación de  $1^{\circ}$  a  $3^{\circ}$  hacia el occidente, disectada fuertemente por corrientes, con cauces profundos entre 2,0 y 4,0 m, con valles angostos y taludes inclinados  $70^{\circ}$  a  $90^{\circ}$ . Su altura respecto al nivel de aguas medias del río Cañas, en temporada seca (diciembre de 1997), es variable entre 14 y 18 m, y con respecto al río Fraile entre 6 y 7 m.





-  Laderas de piedemonte cordillerano.
-  Colinas aterrazadas.
-  Conos de Deyeccion.
-  Llanuras aluviales recientes.

 <b>Corporacion Autonoma Regional del Valle del Cauca</b>		
<b>Instituto de Investigaciones en geociencias minería y química</b>		
SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES Y REMOCION EN MASA DE LA PARTE BAJA DE LOS RIOS CAÑAS Y DESBARATADO, POBLACIONES DE LLANITOS Y EL TAMBORAL, DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA		
<b>MAPA GEOMORFOLOGICO</b>		
AUTOR : INGENIERIA GEOAMBIENTAL INGECOMINAS	DIGITALIZO : INGENIERIA GEOAMBIENTAL INGECOMINAS	SUPERVISO : SUPERDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL C.V.C.
ESCALA : 1 : 25.000	FECHA : ABRIL DE 1998	Figura 2



LEYENDA

- Depositos Aluviales recientes y nivel de terraza Qt1
- Suelos residuales.
- Nivel de Terraza Qt2
- Cono de Deyeccion del rio Desbaratado.
- Cono de Deyeccion del rio Cañas.
- Cono de Deyeccion Qca3
- Cono de Deyeccion de Florida.
- Cono de Deyeccion antiguo.
- Formacion Amaime.
- Depósitos de lavado de laderas.

<b>Corporacion Autonoma Regional del Valle del Cauca</b>		
<b>Instituto de Investigaciones en geociencias mineria y quimica</b>		
SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES Y REMOCION EN MASA DE LA PARTE BAJA DE LOS RIOS CAÑAS Y DESBARATADO, POBLACIONES DE LLANITOS Y EL TAMBORAL, DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA		
<b>MAPA GEOLOGICO</b>		
<b>AUTOR :</b> INGENIERIA GEOAMBIENTAL INGEOMINAS	<b>DIGITALIZO :</b> INGENIERIA GEOAMBIENTAL INGEOMINAS	<b>SUPERVISO :</b> SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL C.V.C.
<b>ESCALA :</b> 1 : 25.000	<b>FECHA :</b> ABRIL DE 1998	<b>Figura</b> 3

Escala (m.)	Sección Columnar	Espesor (m.)	Descripción
1		0.5	Suelo orgánico negro, con fragmentos completamente meteorizados de rocas ígneas, principalmente cuarzdioritas y ocasionalmente dioritas y rocas metamórficas. Los fragmentos son subangulares, completamente meteorizados con tamaños variables entre 8.0 cm y 2.0 mm.
2		2.5	Arcilla areno limosa de color rojo, moderadamente plástica con manchas blancas. Ocasionalmente se presentan fragmentos de cuarzdioritas completamente meteorizados. Flujo de escombros de color gris amarillento, compuesto por fragmentos subangulares a subredondeados de 1.0 cm a 2.0 m de diámetro, completamente meteorizados, dispuestos caóticamente en matriz de arena gruesa, limo y arcilla, que ocupa aproximadamente el 50% del depósito. Los fragmentos son principalmente de cuarzdioritas y en menor proporción dioritas y anfibolitas. El depósito en general, es denso y estable.
3		0.45	Suelo orgánico muy compacto cuando está seco, pero altamente plástico cuando esta húmedo.
4		2.0	Arcilla limo arenosa de color amarillo ocre, muy plástica.
5			
6			
7		4.55	Flujo de escombros de color gris amarillento, compuesto por fragmentos subangulares a subredondeados de 1.0 cm a 2.0 m de diámetro, completamente meteorizados, dispuestos caóticamente en matriz de arena gruesa, limo y arcilla, que ocupa aproximadamente el 50% del depósito. Los fragmentos son principalmente de cuarzdioritas, y en menor proporción dioritas y anfibolitas .
8			
9			
10			

**Figura 4 Sección estratigráfica del cono de deyección antiguo Nca1, descrita en un talud de corte de la margen izquierda de la quebrada El Peñón**



Desde el punto de vista granulométrico, y tal como puede apreciarse en una sección estratigráfica de 5,6 m de altura (Figura 5), observada sobre un talud de la margen izquierda del río Fraile, estos depósitos son principalmente gravas de tipo clastosoportadas, con ligera imbricación de fragmentos, que unido a la baja pendiente del depósito, indica que su origen tuvo una alta influencia de agua, siendo posiblemente transportados como sedimentos en suspensión, saltación y tracción, por corrientes de agua canalizada. Se aprecia también gradación longitudinal con predominio de limos y arenas en la parte distal del cono. Estos depósitos mencionados representan la fase media distal de flujos torrenciales, cuya acumulación de materiales más gruesos, debe encontrarse dentro de la cuenca del río Fraile en la zona montañosa.

Por su posición topográfica, características morfológicas, fragmentos moderadamente meteorizados, relaciones estratigráficas e incisión de corrientes, esta fase deposicional se considera posterior al nivel más antiguo anteriormente descrito (Nca1). No se realizaron dataciones, pero se infiere como perteneciente a la parte más inferior del Cuaternario.

(Neógeno)

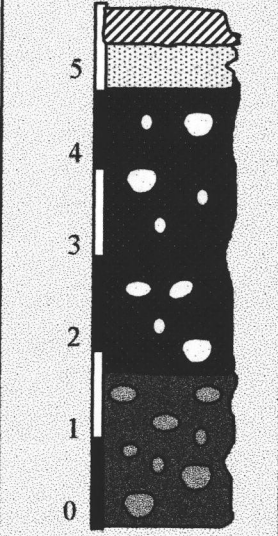
Escala (m)	Sección Columnar	Espesor (m.)	Descripción
6		0.6	Suelo orgánico negro con arena gruesa de cuarzo y feldespato.
5		0.4	Arena gruesa de color amarillo, con fragmentos de cuarzo y abundante mica (biotita), de color dorado.
4		3.0	Depósito fluviotorrencial de color gris amarillento, compuesto por fragmentos subredondeados de 10,0 cm a 1,5 m, con fragmentos menores de 1 cm relleno intersticios. Los fragmentos presentan ligera imbricación y están formados principalmente, por cuarzodioritas moderadamente meteorizadas.
1			1.6
0			

Figura 5. Sección estratigráfica del cono de deyección Qca2, en la margen izquierda del río Fraile, cerca a la bocatoma del canal Pedro Díaz.

### **2.2.2.3 Cono de Deyección (Qca3).**

Se localiza en la parte norte del área y sobre él transcurre la quebrada Zumbambico y la mayor parte de los terrenos de la hacienda Los Písanos. El límite sur del cuerpo es el río Cañas y la quebrada El Peñón.

Geomorfológicamente conforma una zona de topografía plana con inclinación del orden de 5° - 10° hacia el oeste, con ligera disección por corrientes y abundantes depresiones, pertenecientes a cauces de corrientes abandonados, condición que le da al sector un carácter rugoso. Su altura respecto al río Cañas en temporada seca (diciembre de 1997), es variable entre 5,0 y 8,5 m.

Desde el punto de vista granulométrico, son acumulaciones de gravas finas y medias, clastosoportadas, con limo y arena relleno intersticios. Se intercalan estratos y lentes de limos, arena fina a gruesa y gravas finas.

La posición estratigráfica, presencia de cauces abandonados nítidos y poca disección por corrientes, indican que este cuerpo es relativamente más joven que el cono de deyección Qca2, siendo posiblemente de edad Pleistoceno (1.6 m.a).

### **2.2.2.4 Cono de deyección del río Cañas (Qca4).**

Se localiza en el costado nororiental del área, entre el río Cañas y la quebrada El Muerto (Mapa 1). Su forma es la de un típico cono de deyección con su ápice ubicado en la salida del río Cañas de la zona montañosa.

Los materiales que conforman el cono, tienen su origen en antiguas avenidas torrenciales, con alto contenido de material sólido aportado por procesos de inestabilidad localizados en las laderas de la cuenca media alta. Su altura respecto al nivel medio del río Cañas, en temporada seca (noviembre de 1997), es variable entre 6 y 12 m. El cauce mayor del río, en su recorrido a través de este cuerpo, se encuentra perfectamente delimitado por escarpes que demarcan su valle.

Desde el punto de vista granulométrico, es un depósito de color amarillo, formado por fragmentos subangulares a subredondeados, con tamaños de 0,20 a 1,0 m de diámetro, principalmente de cuarzdioritas, neises anfibólicos y ocasionalmente esquistos verdes y negros, dispuestos caóticamente, en una matriz de grava fina a media y arena gruesa, que ocupa aproximadamente el 30% del depósito. Los fragmentos de cuarzdiorita se presentan alta a completamente meteorizados, en contraste con los metamórficos, cuya

meteorización es débil a moderada. El desarrollo de la capa orgánica es del orden de 40 cm, con presencia de abundantes fragmentos de roca.

El depósito presenta, características de estabilidad de campo buenas a regulares, cuando no está expuesto a los efectos del agua lluvia o de corrientes, casos en los cuales presenta intensa erosión laminar difusa, surcos y procesos de socavación lateral.

Por su posición estratigráfica, reposando sobre materiales de origen fluviotorrencial, pertenecientes al cono de deyección del río Desbaratado y por el desarrollo de una capa orgánica y fragmentos meteorizados, se asigna tentativamente a este cono una Edad Pleistoceno-Holoceno.

#### **2.2.2.5 Cono de deyección del río Desbaratado (Qca5).**

Constituye aproximadamente el 70% del área de estudio. Su geomorfología es la de un cono de deyección con el ápice localizado en el sector de piedemonte del borde occidental de la Cordillera Central, aproximadamente a 1170 m.s.n.m, sitio donde se encuentran las instalaciones de la bocatoma para el acueducto de Miranda. Desde este lugar el abanico se amplía hasta abarcar una gran zona que va desde el río Cañas hasta la población de Miranda.

Su topografía es la de una superficie ligeramente ondulada, inclinada 5° a 15° hacia el occidente, con ligera disección por corrientes. Sobre él se localizan: la carretera a Miranda, los caseríos de El Tamboral y Llanitos, varios centros recreacionales y educativos, la urbanización Piedra y Cielo, la finca Michoacán, etc.

Su altura respecto al nivel de aguas medias de los ríos Cañas y Desbaratado, medido en temporada seca, noviembre de 1997, es variable así:

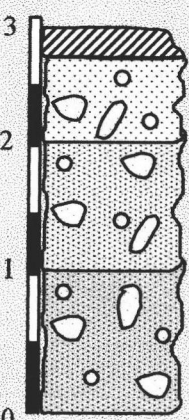
**Río Cañas.** Margen derecha: 3,5 a 4,0 m aproximadamente. Margen izquierda: 4,5 a 5,5 m aproximadamente. Se exceptúa un sector localizado, sobre la margen izquierda, 200 m aguas abajo del puente a Miranda, hasta frente a la desembocadura de la quebrada El Muerto, con altura variable respecto al río entre 2,5 y 3,0 m, sitio donde el agua ha penetrado parcialmente durante avenidas torrenciales del río.

**Río Desbaratado.** En sus dos márgenes la altura es variable entre 3,5 y 5,5 m. Se exceptúa un sector de la margen derecha del río, localizado en la parte más occidental del área de estudio, entre el inicio del caño El Granadillo y 800 m aguas abajo, con altura variable entre 3,3 y 4,0 m, por donde el río se ha desbordado en dirección a la población de El Tamboral, durante avenidas máximas extraordinarias. Hasta ahora los daños han sido

solamente pérdidas materiales, dado que en esta población, el nivel del agua ha llegado hasta 1,5 m aproximadamente.

La génesis del depósito está relacionada con procesos de inestabilidad de la cuenca del río Desbaratado, que generaron antiguas avenidas torrenciales. Desde el punto de vista sedimentológico, se trata de intercalaciones de sedimentos fluviotorrenciales y de llanura de inundación. Una sección estratigráfica, descrita frente a la granja avícola Brasilia, muestra la siguiente secuencia (**Figura 6**):

Por su posición topográfica y estratigráfica, ligera incisión por corrientes, etc., la edad de este depósito se considera posterior al cono de deyección Qca4 (Holoceno a Reciente).

Escala (m)	Sección Columnar	Espesor (m.)	Descripción
3		0.3	Suelo orgánico negro con raíces.
2		0.9	Depósito fluviotorrencial de color gris amarillento, compuesto por fragmentos subredondeados, con tamaños entre 6 a 90 cm clastosoportados y en disposición caótica. Los fragmentos son principalmente cuarzdiorita y neises anfibólicos, moderada a débilmente meteorizados, con arena fina a gruesa y grava fina rellenando intersticios.
1		1.1	Depósito fluviotorrencial de color gris amarillento, compuesto por grava fina dispuesta caóticamente en matriz de arena gruesa, que ocupa aproximadamente el 40% del depósito. Los fragmentos se presentan débil a moderadamente meteorizados. El depósito es en general de carácter suelto, fácilmente erosionable por el agua.
0		1.4	Depósito fluviotorrencial de color gris amarillento, compuesto por fragmentos subredondeados, con tamaños entre 6 a 90 cm clastosoportados y en disposición caótica. Los fragmentos son principalmente cuarzdiorita y neises anfibólicos, moderada a débilmente meteorizados, con arena fina a gruesa y grava fina rellenando intersticios.

**Figura 6. Sección estratigráfica del cono de deyección del río Desbaratado (Qca5).**

### 2.2.3 Depósitos aluviales y fluviotorrenciales recientes.

Son tres niveles de depósito de forma aterrazada, localizados a lado y lado de los ríos Cañas y Desbaratado, denominados en el mapa geológico con los símbolos Qt1, Qt2 y Qal.

El nivel Qt2, constituye el cauce mayor, el Qt1, el cauce de las avenidas normales interanuales y el nivel Qal a la zona de sedimentos activos.

### **2.2.3.1 Nivel de terraza (Qt2).**

Corresponde a lo que normalmente se define como el cauce mayor del río, o zona de más alto daño durante las máximas avenidas extraordinarias de los ríos Desbaratado y Cañas. Topográficamente es una zona relativamente plana de forma aterrazada, localizada a lado y lado de los ríos mencionados.

Su altura, respecto al nivel de aguas medias del río Desbaratado, en temporada seca (noviembre de 1997), varía entre 2,5 y 3,5 m; para el río Cañas ésta altura es variable en sus dos márgenes: en la izquierda oscila entre 4,5 y 5,5 m y en la derecha entre 3,5 y 4,0 m. En el río Desbaratado este depósito tiene forma de abanico, con su ápice localizado a la altura del puente de la carretera a Miranda. Desde este sitio se abre hacia el occidente, abarcando una zona de 1 km. de ancho, delimitada al sur por la acequia Santa Ana y al norte por la acequia Granadillo, que son antiguos cauces del río Desbaratado (Mapa 1). El sector se encuentra actualmente ocupado por extensos cultivos de caña de azúcar, plátano, yuca, etc.

La superficie de este nivel de terraza ha sido afectada, de acuerdo con registros históricos y testimoniales, en forma periódica, parcial o totalmente por algunas de las mayores avenidas torrenciales de los ríos del sector, entre ellas las ocurridas en 1964, 1971, 1982, 1983, 1984, 1985, 1993 y 1997.

Los sitios de desborde del río Cañas, se localizan en dos sectores de la margen izquierda: uno ubicado desde el puente de la carretera a Miranda, hasta 400 m aguas arriba, y el otro 200 m aguas abajo del mismo puente, hasta frente a la desembocadura de la quebrada El Muerto.

En el río Desbaratado, por la margen derecha, se presentan dos sitios de desborde localizados en la parte más occidental del área de estudio: Sector donde se inicia el Caño Granadillo y 800 m aguas abajo de éste. Un segundo sitio de desborde, que afecta ambas márgenes, se inicia a partir del puente de la carretera a Miranda, frente a las instalaciones de la hacienda Michoacán en un trayecto de más o menos 800 m, aguas abajo.

La terraza Qt2 está compuesta por materiales típicos de llanura de inundación, donde predominan capas y estratos de arenas gruesas a finas, limos, arenas limosas y en profundidad gravas. Los estratos de la parte media y más superiores, poseen abundantes restos de troncos de árboles y basura en general (Fotografía 1).



En una secuencia estratigráfica de 6,20 m de altura, observada en la margen izquierda del río Desbaratado, en la parte más occidental del área de estudio, las capas de sedimentos de la parte superior se caracterizan por presentar basura de plásticos, latas de cerveza, enlatados, restos de cerámica, etc., que ponen de manifiesto lo reciente de las inundaciones que dieron origen a estos depósitos. El conjunto se caracteriza por ser inconsolidado, fácilmente erosionable por el agua lluvia, escorrentía y de circulación hipodérmica. Presenta erosión laminar difusa y socavación lateral.



**Fotografía 1.** Nivel de terraza Qt2 observada sobre la margen derecha del río Desbaratado, sector más occidental del área de estudio. Altura de la sección 6,20 m, con presencia de 19 capas de arenas y limos. Nótese en la parte media la presencia de restos de árboles y basura vegetal, sobresale un hueco dejado por un tronco de aproximadamente 30 cm de diámetro.

A continuación se presenta la descripción de la secuencia estratigráfica mostrada en la fotografía 1 (Figura 7).

Escala (m.)	Sección Columnar	Espesor (m.)	Descripción
1		0.2	Arena media de color gris, ocasionalmente con fragmentos subredondeados, de 10 a 15 cm de diámetro.
		0.6	Arena gruesa y grava fina, con basura de vidrios, latas de cerveza, cerámica, etc.
		0.15	Limo de color gris verdoso.
		0.35	Capas de arena media de color amarillo y gris.
		0.6	Capa de Limo arenoso de color gris verdoso, con abundante mica.
2		0.1	Limo arcilloso de color café, con restos vegetales principalmente ramas parcialmente descompuestas.
		0.15	Arena con restos vegetales.
		0.30	Limo de color café, con abundantes restos vegetales principalmente troncos y ramas.
		0.15	Arena media de color amarillo claro, con restos de troncos de árboles.
		0.2	Arena fina de color amarillo claro, con abundantes restos vegetales.
3		0.15	Limo de color café con abundantes restos de troncos de árboles, hojas y basura vegetal, parcialmente descompuesta.
		0.4	Arcilla limosa orgánica, de color negro, con abundantes restos vegetales.
		0.45	Arena media limosa, de color gris verdoso.
		0.1	Arena gruesa, de color amarillo.
4		1.2	Grava media a gruesa de color gris amarillento, clastosoportada. Los fragmentos subredondeados son principalmente de granodioritas, neises anfibólicos y ocasionalmente esquistos, con tamaños de 8 a 30 cm. Se presenta arena gruesa y grava relleno intersticios.
5		1.1	Suelo residual de color amarillo rojizo, plástico, proveniente de la meteorización de un antiguo depósito fluviotorrencial.
6			

**Figura 7. Sección estratigráfica del nivel de terraza Qt2, observada en la margen derecha del río Desbaratado en el sector más occidental del área de estudio.**

Su altura respecto al nivel de aguas medias, en temporada seca (noviembre de 1997), es variable: En la parte más oriental del área (zona de piedemonte), varía entre 2 y 4 m y en la parte más occidental (cuenca baja), entre 1,5 y 2,0 m, para los ríos Cañas y Desbaratado.

Desde el punto de vista granulométrico, son depósitos de tipo fluviotorrencial, que rellenan los canales actuales de los ríos Cañas y Desbaratado, compuestos por intercalaciones de bancos de gravas medias a gruesas con imbricación y arenas gruesas con grava fina, sin ninguna cohesión, fácilmente erosionables por el agua (**Fotografía 2**).

A continuación se presenta la descripción de la secuencia estratigráfica observada en la fotografía 2 (**Figura 8**).

#### **2.2.3.2 Depósitos aluviales recientes (Qal).**

Corresponde a la zona de sedimentos activos, playas y barras por donde circula el agua de los ríos Cañas y Desbaratado, durante sus avenidas normales. Su altura respecto al nivel de aguas medias del río (en temporada seca, noviembre 1997), es variable entre 0,5 y 1,5 m.

Los depósitos de esta zona son ampliamente variables en tamaño, siendo principalmente de tipo granular grueso, con gravas subredondeadas de todos los tamaños (5,0 cm a 3,5 m). Se componen de rocas ígneas y metamórficas como cuarzodiorita y anfibolita, ocasionalmente dioritas y basaltos. El depósito es clastosoportado con arena gruesa y fragmentos menores de 5,0 cm, relleno intersticios, con ligera imbricación y restos orgánicos (truncos de árboles).

#### **2.2.4 Suelos residuales (Sr).**

Suelos residuales derivados de la meteorización de depósitos fluviotorrenciales antiguos (Nca1) y de rocas volcánicas, se presentan en el costado oriental del área. Conforman la parte superior del sector de colinas y de superficies con pendientes suaves de la zona de piedemonte.

En general, son arcillas limosas de color rojo, cohesivas, con abundantes láminas de mica y biotita alterada. Se observan aún las siluetas de los fragmentos originales (**Fotografía 3**), que son principalmente neises anfibólicos, esquistos y cuarzodioritas. Cuando el suelo proviene de rocas volcánicas, son arcillas rojas muy plásticas, con tendencia a fluir cuando están saturadas con agua.



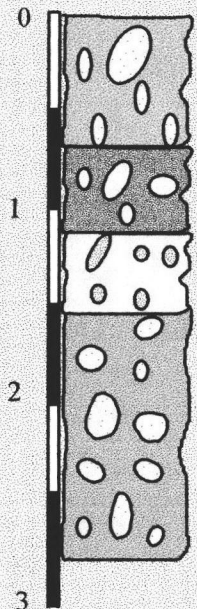
Escala (m)	Seccion Columnar	Espesor (m.)	Descripción
0		0.70	Gravas medias (1 a 20 cm de diámetro), matriz soportadas en arena gruesa que ocupa aproximadamente el 30% del depósito. Los fragmentos son principalmente de cuarzdioritas, neises anfibólicos, ocasionalmente cuarzo, esquistos y basaltos, débilmente meteorizados y con ligera imbricación en dirección de la corriente.
1		0.4	Depósito de gravas medias a gruesas (1 a 30 cm de diámetro), clastosoportadas, con arena gruesa relleno intersticios. Los fragmentos subredondeados y débilmente meteorizados, son principalmente de cuarzdioritas, lavas basálticas, neises anfibólicos y esquistos.
		0.4	
2		1.2	Depósito de gravas medias (2 a 10 cm de diámetro), clastosoportadas, con arena gruesa y grava fina relleno intersticios. Los fragmentos son principalmente de cuarzdioritas y neises anfibólicos, subredondeados, débilmente meteorizados y con ligera imbricación en dirección de la corriente.
3			

Figura 8. Sección estratigráfica del nivel de terraza Qt1, observada sobre la margen izquierda del río Cañas.

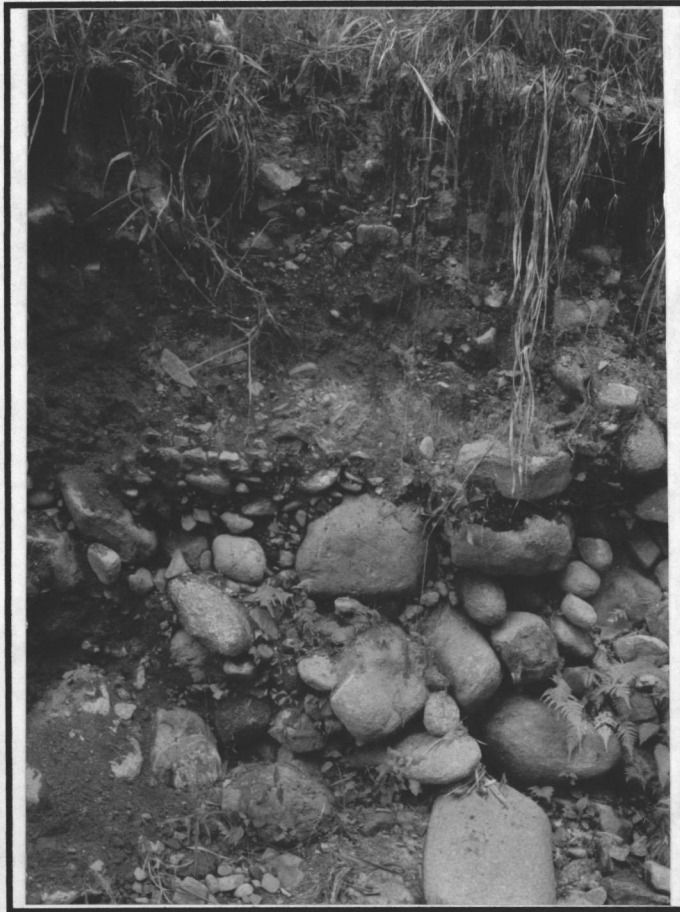
### 2.2.5 Depósitos de lavado de laderas (Qla).

Se localizan en el costado más oriental del área, hacia la parte baja de las laderas, con generación de superficies débil a moderadamente inclinadas de 5° a 20°. Su origen está relacionado principalmente con procesos erosivos y en ocasiones con fenómenos de remoción en masa como flujos de detritos y desprendimientos.

Composicionalmente son fragmentos angulares de lavas basálticas, en tamaños de 1 a 25 cm, completamente meteorizadas, embebidos en matriz de arcilla limosa, plástica, que ocupa aproximadamente el 40% del depósito. En la parte inferior después de 1,0 m de profundidad, se presenta una arcilla gris amarilla, muy plástica. El depósito superficialmente está cubierto por una capa de suelo orgánico, de 30 cm de espesor, con presencia de algunos fragmentos de lavas andesíticas.



**Fotografía 3. Suelo residual proveniente de un antiguo depósito fluviotorrencial.  
Nótese las siluetas de los fragmentos originales.**



**Fotografía 2. Nivel de terraza Qt1 sobre la margen izquierda del río Cañas. Altura de la sección 2.7 m. Nótese la presencia de gravas medias a gruesas, con imbricación e intercalación de estratos de arena gruesa con grava fina.**

### **3 RECUENTO HISTÓRICO DE AVENIDAS TORRENCIALES DE LOS RÍOS CAÑAS Y DESBARATADO**

Se han tenido en cuenta para el recuento de avenidas torrenciales, solamente aquellas que por su magnitud han causado daños en la actividad agropecuaria, infraestructura habitacional, vías y servicios públicos.

La información colectada, es escasa en especial para el río Cañas, tanto en los archivos de la División Técnica de la C.V.C., como en la base de datos del Inventario Nacional de Desastres Naturales del INGEOMINAS. Parte de la información fue tomada de testimonios de personas de la región, la cual fue comparada con los archivos mencionados anteriormente o con los registros de avenidas torrenciales de ríos cercanos, como es el caso del río Fraile. A continuación, se presenta el resumen de las principales avenidas torrenciales de los ríos Desbaratado y Cañas, para el período de 1964 a 1997 (**Tabla 1**).



RÍO O QUEBRADA	FECHA EVENTO	DAÑOS	FUENTE DE INFORMACIÓN	OBSERVACIONES
Desbaratado	Mayo 6 de 1964	Destrucción de vías y cultivos	INGEOMINAS. Inventario Nacional de Amenazas Geológicas.	Datos escasos.
Cañas	Abril 17 de 1971	Familias damnificadas, inundación de viviendas.	INGEOMINAS. Inventario Nacional de Amenazas Geológicas.	Datos escasos.
Desbaratado	Abril y diciembre de 1982	Daños en cultivos de caña de azúcar, café, plátano y cacao localizado sobre el cauce mayor del río.	C.V.C. Informe de protección contra inundaciones del río Desbaratado en el predio Michoacán, vereda Tamboral, Municipio de Florida. Sin fecha.	Material transportado: cantos rodados mayores de 0,20 m. No se reporta la fecha exacta del evento.
Desbaratado	Abril de 1983	Destrucción de cultivos.	C.V.C. Memorando interno de Julio 18 de 1985. archivo 201-L-18	Caudal máximo registrado en la estación Ortigal 22,3m <sup>3</sup> /Seg.
Desbaratado, Guengue y Cañas	Mayo de 1984	Destrucción bocatoma acueducto Miranda, parte de la banca de la carretera a Miranda, arrasados cultivos y viviendas sobre la margen izquierda del río, cambios del cauce y profundización del lecho de los ríos Cañas y Desbaratado.	C.V.C. Memorando interno de Mayo 21 de 1984.	Caudal registrado los días 12 y 14 de Mayo 36 m <sup>3</sup> /seg. Deslizamiento parte alta de la cuenca.
Desbaratado y Cañas	Octubre de 1984	Destrucción de cultivos.	C.V.C. Memorando interno de julio 18 de 1985. Archivo 201-L-18.	Caudal máximo registrado en la estación Ortigal 32,3 m <sup>3</sup> /seg. La C.V.C no nombra el río Cañas pero los habitantes del sector corroboran la avenida torrencial de este río.
Desbaratado y Cañas	1985	Destrucción de cultivos y casas inundadas. El agua del río Desbaratado llegó hasta el río Cañas por la carretera a Llanitos.	C.V.C. Estudio Integral de los problemas del río Desbaratado. Informe preliminar febrero 1986.	Fueron varias avenidas que provocaron el cambio del curso del río, en las veredas Botero y Cañón Arriba. No se conoce la fecha exacta de los eventos
Desbaratado y Cañas	Febrero 2 de 1993	Destrucción de extensos cultivos de caña de azúcar, plátano, yuca, etc. El río llegó hasta el caño Granadillo	Testimonios de habitantes del sector.	Coincide con una avenida del río Fraile del 2 de Febrero de 1993.
Desbaratado	Enero de 1997	Daños en cultivos de caña de azúcar, plátano, yuca, etc.	Testimonios de habitantes del sector.	Se desconoce la fecha exacta del evento.

**Tabla 1 Recuento de avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado.**



#### 4 SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES

El estudio de la susceptibilidad está basado principalmente en el análisis de datos de tipo sedimentológico, geomorfológico, geología estructural, y en el registro histórico y testimonial de avenidas torrenciales y de áreas afectadas.

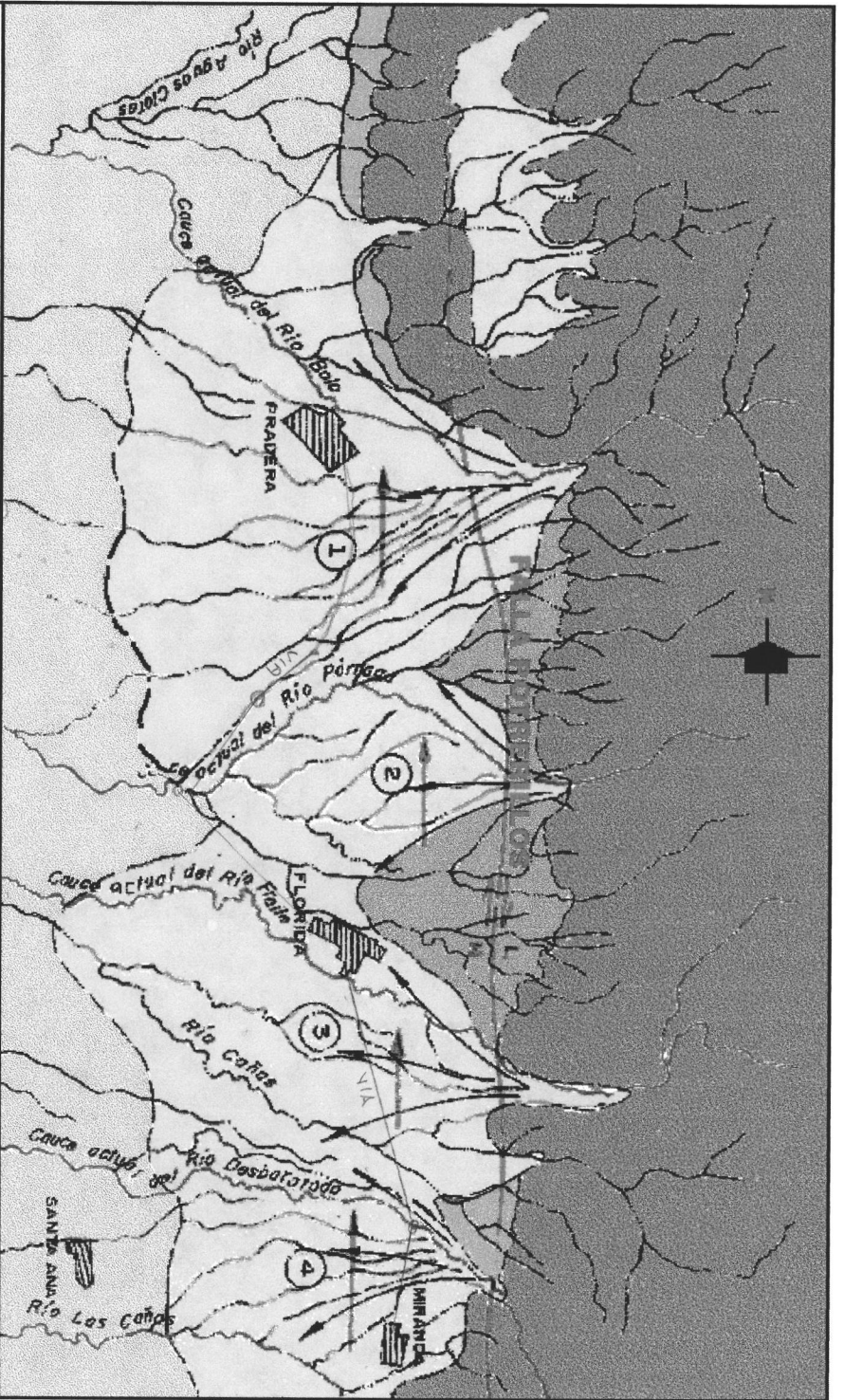
Los datos de tipo sedimentológico sirvieron para establecer: a) la evolución y la tendencia de los procesos sedimentológicos que conllevaron a la formación de depósitos de conos de deyección y especialmente los diferentes niveles fluviotorrenciales y aluviales recientes; b) las zonas de afectación por avenidas torrenciales recientes o actuales y su orden de magnitud relativa.

Las características geomorfológicas se usaron como herramienta complementaria para identificar: a) las formas típicas de los conos de deyección; b) definir junto con los rasgos sedimentológicos, la extensión areal de afectación por avenidas torrenciales, en especial las recientes o actuales; c) definir a través de rasgos estructurales (fallas geológicas), la dinámica de los ríos Cañas y Desbaratado a través del tiempo (Pleistoceno al Reciente); en este punto juega un papel muy importante la presencia de cauces abandonados y el comportamiento seguido por las demás corrientes de la región.

Con respecto a lo anterior, el cambio en la dirección de los cauces de los ríos localizados en un trayecto de aproximadamente 30 Km entre las cabeceras municipales de Pradera, Florida y Miranda (ríos Bolo, Párraga, Fraile, Cañas y Desbaratado), muestra un claro control de tipo estructural, causado por la denominada Falla de Potrerillos (**Figura 9**), que en parte coincide con la estructura del mismo nombre, cartografiada en la Plancha 300-Cali (INGEOMINAS, 1985). En esta zona se presentan claras evidencias de actividad durante el Cuaternario, afectando los depósitos de conos de deyección.


En la **Figura 9**, se nota que la dirección de los ríos Bolo, Párraga, Fraile, Cañas y Desbaratado, sufre un cambio drástico al llegar al trazo de la Falla de Potrerillos, desviándose entre 40° y 45° hacia el noroccidente. Este sector se caracteriza por ser el sitio de localización de los ápices de los conos de deyección de los ríos mencionados.


De lo anterior se infiere que la Falla Potrerillos, por lo menos en épocas recientes (durante el Cuaternario), se ha comportado como una falla con movimiento horizontal; apreciación que concuerda con las observaciones hechas por Mc Court et al (1985), consignadas en la leyenda de la Plancha Geológica 300-Cali, cuando dice:



### CONVENCIONES

- Depósitos del río Cauca principalmente
- Conos de deyección recientes (Cuaternario)
- Sedimentos de lavado de ladera. Superficies relictivamente planas.
- Restos de antiguos conos de deyección.
- Zona de colinas bajas redondeadas. Rocas sedimentarias del terciario, (igneo del jurásico-cretácico y metamorfios del paleozoico. Zona de morfología montañosa.
- Dirección de migración de los canales de los ríos Bolo, Parraga y Fraile (cauces abandonados).
- Cauce actual del río.
- Cauce antiguo.


 Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca  
 Instituto de Investigaciones en geociencias minera y química



SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES Y REMOCION EN MASA EN LA PARTE MEDIA A BAJA DE LOS RIOS CAÑAS Y DESBARATADO. POBLACIONES DE LLANTITOS Y EL TAMBORAL, DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA.

**ESQUEMA DE LA INFLUENCIA DE LA FALLA POTRERILLOS EN LA MIGRACION DE LOS CANALES DE LOS RIOS BOLO, PARRAGA, FRAILE Y DESBARATADO.**

Autor: INGEOMINAS ING. GEOMBIENTAL	DIGITALIZO: INGEOMINAS ING. GEOMBIENTAL	SUPERVISO: SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL CVC
ESCALA: 1Km. 2Km. 0 1Km. 2Km.	FECHA: Febrero 1998	Figura 9

toda la actividad en la zona aprox  
 es: 1cm = 1.500 mts

“El rasgo estructural más prominente dentro del área, es la presencia de dos sistemas regionales de fallas de orientación aproximada N-S y E-W. Las fallas N-S, predominan en las dos cordilleras y también en la cuenca sedimentaria del Valle del Cauca, sensu estricto. En la Cordillera Central la mayoría son fallas inversas de ángulo alto. Sin embargo, algunas de estas fallas se han movido como fallas de rumbo, por lo menos una vez durante su evolución”.

Se puede concluir por lo anterior, que la Falla de Potrerillos ha tenido movimiento horizontal de tipo dextral; lo cual ha influenciado el aporte de sedimento (flujos de escombros), ya que al moverse dicha falla, obstruyó el cauce, generando migración de las corrientes y del aporte de sedimentos, hacia el norte, dejando tras de sí toda una serie de cauces abandonados, como se observa en la **Figura 9**. En la época actual, los ríos de la región tratan de recuperar su dinámica antigua, convirtiéndose ésta en una de las dos condiciones que controlan a nivel regional, los desbordes de los ríos Cañas y Desbaratado.

Los registros escritos, relacionados con avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado, fueron extractados principalmente de los archivos de la División Técnica de la C.V.C., bases de datos y comunicaciones orales de personas que han vivido en el sector durante largo tiempo. Con base en las herramientas mencionadas se puede establecer lo siguiente:

1. La actividad de formación de los conos de deyección y en general de depósitos fluviotorrenciales, que constituyen la zona de morfología relativamente plana del área, ha venido decreciendo con el tiempo desde el Pleistoceno (1,6 m.a.) hasta la edad actual con formación de depósitos cada vez más pequeños.
2. Con base en labores de fotointerpretación se establece la presencia de canales antiguos de los ríos Cañas y Desbaratado, que muestran claramente su migración hacia el norte del área de estudio.
3. De una sección estratigráfica de aproximadamente 6,20 m de altura, descrita en la margen derecha del río Desbaratado, costado occidental del área de estudio, sobre el cauce mayor del río, nivel Qt2, se desprenden las siguientes consideraciones (**Figura 7**):
  - La sección muestra al menos 19 eventos fluviotorrenciales, de los cuales 18 de ellos, son de Edad muy reciente a juzgar por la presencia de fragmentos de troncos de árboles, hojas y basura vegetal no descompuesta. También se presentan en los

niveles más superficiales restos de basuras con plásticos, latas de cerveza, cerámica, tela etc. Producto de avenidas de este siglo. En general esta secuencia indica el origen fluviotorrencial de los sedimentos.

- La magnitud relativa de los eventos fluviotorrenciales, se ha conservado a través del tiempo, como así lo demuestra el espesor más o menos similar de las diferentes capas de sedimentos representadas en la sección.
4. Los dos principales sitios de desborde del río Cañas, están localizados sobre su margen izquierda: uno desde el puente de la carretera a Miranda hasta 400 m aguas arriba y el otro desde 200 m aguas abajo del mismo puente hasta frente a la desembocadura de la quebrada El Muerto.
  5. El río Desbaratado presenta también dos sitios de desborde, localizados sobre su margen derecha: el primero se halla en la parte más oriental del área de estudio, desde el inicio del caño Granadillo hasta 800 m aguas abajo de éste; el segundo desde el puente de la carretera a Miranda hasta frente a las instalaciones de la hacienda Michoacán.

#### **4.1 GRADOS DE SUSCEPTIBILIDAD A AVENIDAS TORRENCIALES**

De acuerdo con los criterios expuestos anteriormente, la susceptibilidad a avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado, se clasificó en las siguientes categorías:

##### **4.1.1 Susceptibilidad muy alta (MA).**

Son los cauces fluviales activos y de las crecientes normales interanuales, de régimen permanente o temporal de los ríos Cañas, Desbaratado y demás corrientes de importancia, que son frecuentemente inundados y afectados por procesos de erosión y acumulación de sedimentos. Su altura respecto al nivel de aguas medias, en temporada seca (noviembre de 1997), para la parte oriental del área, está entre 2,0 y 4,0 m aproximadamente; en la parte más occidental es del orden de 1,5 a 2,0 m.

La zona del cauce fluvial activo se encuentra prácticamente sin ningún tipo de actividad agropecuaria o construcciones; ocasionalmente se utiliza como fuente de materiales pétreos para construcción. La zona de las crecientes normales interanuales es actualmente utilizada para el cultivo intensivo de caña de azúcar y ocasionalmente vías y construcciones habitacionales.

#### **4.1.2 Susceptibilidad alta (A).**

Son llanuras de inundación de lo que se conoce como cauce mayor de los ríos Cañas, Desbaratado y depresiones geomorfológicas, que pueden ser afectadas por avenidas torrenciales extraordinarias que sobrepasen niveles de 1,5 a 2,0 m.

Geológicamente corresponde a las superficies ocupadas por el nivel de terraza Qt2 y parte del cono de deyección Qca4, afectadas por desbordes de los ríos Cañas y Desbaratado, durante sus máximas avenidas extraordinarias. Este sector ha sido afectado durante las avenidas torrenciales de 1964, 1971, 1982, 1983, 1984, 1985, 1993 y 1997. Sobre ella se localizan grandes extensiones de cultivos de caña de azúcar y en menor cantidad plátano, frutales, yuca, etc. y parte del sector poblado de El Tamboral.

#### **4.1.3 Susceptibilidad intermedia (I).**

Zona que puede resultar parcialmente afectada por desbordes de los ríos Cañas y Desbaratado, durante avenidas torrenciales de tipo secular.

Geológicamente corresponde a la superficie ocupada por el cono de deyección del río Desbaratado. Sobre él se localizan varios centros poblados ubicados a lado y lado de la carretera a Miranda y Florida; entre ellos el sitio del balneario El Sapo, parador El Parral, urbanización Piedra y Cielo, parte del caserío de El Tamboral, la inspección de policía de Llanitos, la escuela José María Córdoba, etc.

#### **4.1.4 Susceptibilidad baja (B).**

Planicies fluviales altas, donde la probabilidad de afectación por avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado son mínimas. Por tener pendientes bajas pueden presentar encharcamientos durante períodos de precipitaciones fuertes.

Geológicamente esta zona, hace para del cono de deyección Qca2, donde su uso actual es para cultivos extensivos de caña de azúcar, pastoreo, y en menor proporción construcciones habitacionales de tipo rural disperso.



#### **4.1.5 Susceptibilidad muy baja (MB).**

Sectores donde la probabilidad de afectación por avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado es remota o nula.

Estas zonas se localizan al oriente del área, correspondiendo a terrazas elevadas, dedicadas al pastoreo y cultivos de caña de azúcar, árboles frutales, etc. Desde el punto de vista geológico corresponden al cono de deyección Qca4 y a suelos residuales derivados de la meteorización de antiguos flujos torrenciales.

#### **4.2 SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS EROSIVOS Y DE REMOCIÓN EN MASA**

Algunas zonas susceptibles a procesos erosivos y de remoción en masa, se localizan a lo largo de los ríos Cañas y Desbaratado y en la zona de laderas del piedemonte cordillerano.

##### **4.2.1 Susceptibilidad a erosión por socavación lateral (SI).**

Son sectores localizados cerca o en el borde del cauce de los ríos Cañas y Desbaratado, los cuales están afectados o son altamente susceptibles a procesos de erosión por socavación lateral. Los sitios mayormente afectados son aquellos donde las corrientes toman curvas pronunciadas al pasar por áreas de sedimentos fluviotorrenciales, pertenecientes principalmente a los niveles de terraza Qt1 y Qt2.

##### **4.2.2 Susceptibilidad alta a erosión y remoción en masa (Aer).**

Son superficies con pendientes mayores de 20°, escarpadas y con suelos poco consolidados, donde es común la presencia de procesos de erosión laminar difusa, surcos y flujos superficiales de suelo.

Estas zonas se localizan principalmente en el costado oriental del área, donde afloran depósitos de lavado de laderas y rocas ígneas volcánicas, intensamente diaclasadas y con alto grado de meteorización.

Las colinas afectadas por estos procesos se localizan en todo el sector más oriental del área y están formadas principalmente por lavas basálticas, alta a completamente meteorizadas y trituradas.

#### **4.2.3 Susceptibilidad moderada a erosión y remoción en masa (Mer).**

Son superficies suave a moderadamente inclinadas de 5° a 20°, donde los procesos erosivos y de remoción en masa son poco visibles. Se localizan en el costado más oriental del área de estudio y están constituidas principalmente por depósitos de lavado de laderas y algunos suelos residuales. Actualmente estas zonas están dedicadas a actividades agropecuarias y a construcciones habitacionales de tipo rural disperso.

## 5 CONCLUSIONES

1. El área de estudio hace parte de una zona formada por sedimentos de origen fluviotorrencial, depositados por los ríos Cañas, Desbaratado y Fraile.
2. La actividad de formación de los conos de deyección y en general de los depósitos fluviotorrenciales, ha venido decreciendo con el tiempo, por lo menos desde el Plioceno (1,6 millones de años).
3. Con base en la observación de fotografías aéreas y el trabajo de campo, se estableció la presencia de varios canales antiguos de los ríos Cañas y Desbaratado, desde unos 100 metros aguas arriba del sitio Establo Providencia sobre la margen derecha del río Desbaratado y desde unos 500 metros aguas abajo del puente sobre el río Cañas en su margen izquierda.
4. El origen de los sedimentos fluviotorrenciales, que componen el área de estudio, está relacionado con procesos de remoción en masa, localizados en la parte media a alta, de las cuencas de los ríos del sector.
5. Los ríos Cañas y Desbaratado, son de régimen torrencial, caracterizados por la presentación de grandes descargas de agua con sedimentos, principalmente en temporadas de intensa lluvia.
6. La información de avenidas torrenciales de los ríos Cañas y Desbaratado, consultada en los archivos de la división técnica de la C.V.C y en la base de datos del inventario nacional de amenazas geológicas de el INGEOMINAS, es escasa y algunas no tienen fecha exacta.
7. Dentro de las avenidas torrenciales de importancia del río Desbaratado, se destacan las del 6 de mayo de 1964, abril y diciembre de 1982, abril de 1983, mayo de 1984, octubre de 1984, 1985, febrero 2 de 1993 y enero de 1997.
8. Las avenidas de importancia del río Cañas son las de abril de 1971, mayo de 1984, octubre de 1984, 1985 y febrero de 1993.
9. Los dos principales sitios de desborde del río Cañas, que han afectado superficies localizadas por encima de 2,0 y 2,5 m, respecto al nivel de aguas medias del río en temporada seca (noviembre de 1997), se localizan sobre la margen izquierda; uno desde



el puente de la carretera a Miranda hasta 400 m aguas arriba y el otro desde 200 m aguas abajo del mismo puente hasta frente a la desembocadura de la quebrada El Muerto.

10. El río Desbaratado presenta dos sitios de desborde, que han afectado sectores localizados entre 3,0 y 4,0 m de altura, respecto al nivel de aguas medias del río en temporada seca (noviembre de 1997). La primera de ellas se localiza en la parte más oriental del área de estudio, desde el inicio del caño Granadillo hasta 800 m aguas abajo de este; el segundo desde el puente de carretera a Miranda, hasta frente a las instalaciones de la hacienda Michoacán.

Faint header text at the top of the page.

Page number or title text in the upper middle section.

First main paragraph of text, starting with a faint opening word.

Second main paragraph of text, continuing the narrative.

Third main paragraph of text, providing further details.

Fourth main paragraph of text, appearing to be a longer section.

Fifth main paragraph of text, continuing the flow.

Sixth main paragraph of text, possibly a shorter section.

Seventh main paragraph of text, concluding the main body.

Final paragraph of text at the bottom of the page.

## 6 RECOMENDACIONES

1. No permitir el desarrollo de ningún tipo infraestructura, en la zona del cauce fluvial activo y de crecientes normales interanuales, de régimen permanente o temporal de los ríos Cañas, Desbaratado y demás corrientes de importancia; estas corresponden según el mapa de Susceptibilidad a la unidad MA.
2. La zona considerada como cauce mayor del río, nivel de terraza Qt2 o área de susceptibilidad alta a avenidas torrenciales, no debe ser empleada para ningún tipo de infraestructura habitacional densa o dispersa. La localización de obras civiles, tal como cimentación de puentes, vías, etc. debe ser el resultado de rigurosos estudios de dinámica fluvial y geotécnicos.
3. Advertir a las personas que tienen cultivos dentro del cauce mayor del río (nivel de terraza Qt2), la alta posibilidad de la destrucción de estos, durante avenidas torrenciales.
4. Se debe restringir la expansión urbanística donde existen centros poblados, hacia aquellas zonas de muy alta y alta susceptibilidad a avenidas torrenciales. Además, no permitir la construcción de infraestructura habitacional en la base y borde de laderas con inclinaciones mayores de 15°. El caso particular de las viviendas localizadas en la margen derecha del río Cañas, aguas arriba del puente, merecen especial atención en cuanto a estudiar la viabilidad de mitigación o reubicación debido a posibles desbordes del río y obstrucción o taponamiento del puente.
5. Realizar estudios de dinámica fluvial y los demás necesarios, para el diseño de obras de protección contra desbordes de los ríos Cañas y Desbaratado. Las anteriores obras se recomienda estén localizadas en el límite del cauce mayor del río (Qt2), con los conos de deyección Qca5 (ver el mapa geológico), marcado en el terreno por un escarpe de altura variable entre 1,0 y 2,0 m.
6. No se recomienda la localización de obras de corrección del río, tal como espolones y demás, dentro del cauce mayor, ya que pueden influir negativamente en sectores vecinos cambiando la dinámica del río.
7. Realizar estudios geológicos y de hidráulica, en las cuencas media y alta de los dos ríos del sector, para conocer la torrencialidad y para que sirvan como base en la reglamentación del uso del suelo y para el diseño de obras y acciones tendientes a mejorar la estabilidad de la cuenca.

8. La presencia de capas limosas, arenas limosas y arenas, así como de niveles freáticos altos, en la mayor parte del área de estudio (poblaciones de Llanitos y El Tamboral), hacen pensar que se pueden presentar, fenómenos de licuefacción, durante sismos de magnitud considerable.

9. La explotación de materiales para construcción (arenas y gravas), de los ríos Cañas y Desbaratado, debe estar sustentada en estudios de dinámica fluvial y en levantamientos topográficos del cauce, en planta y en perfiles transversales que permitan identificar su viabilidad.