

EVALUACION GEOMORFOLOGICA Y DE AMENAZAS EN  
LOS MUNICIPIOS DE NUEVO COLON, TIBANA,  
TURMEQUE, UMBITA Y VENTAQUEMADA

DANIEL FERNANDO FLOREZ FONSECA  
JOSE MANUEL NARANJO PACHECO

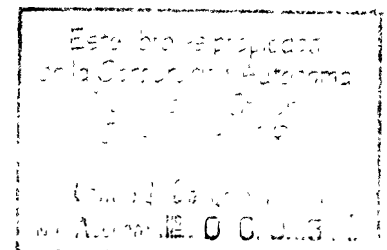


CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CHIVOR

CORPOCHIVOR

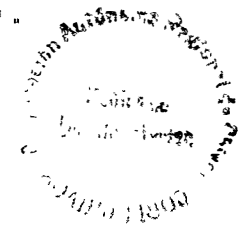
GARAGOA

1996



## CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. GENERALIDADES	2
2. GEOLOGIA	3
2.1 ESTRATIGRAFIA	4
2.1.1 Cretáceo.	5
2.1.1.1 Formación Churuvita (Fsch).	6
2.1.1.2 Formación Conejo (Fscn).	7
2.1.1.3 Formación Chipaque (Fsc).	8
2.1.1.4 Formación Plaeners (Fsg1).	9
2.1.1.5 Formación Labor y Tierna (lg.t).	10
2.1.2 Terciario.	12
2.1.2.1 Formación Guaduas (Hq).	12
2.1.2.2 Formación Cacho (Tpc).	13
2.1.2.3 Formación Areniscas de Socha (Tarc).	14
2.1.2.4 Formación Bogotá (Tb).	16
2.1.2.5 Formación Arcillas de Socha (Tas).	16
2.1.2.6 Formación Picacho (Tp).	17
2.1.2.7 Formación Concentración (Tco).	18
2.1.2.8 Formación Tilata (Tst).	19



2.2.2.3.2	Falla El Infierno.	27
2.2.2.3.3	Falla de Aguas Calientes.	27
3.	RECONOCIMIENTO DE LA INESTABILIDAD	29
3.1	RECONOCIMIENTO AREA	29
3.2	RECONOCIMIENTO EN CAMPO	30
3.3	FENOMENOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS	31
3.3.1	Deslizamiento del Tipo Basico.	35
3.3.1.1	Caidas.	36
3.3.1.2	Deslizamientos Traslacionales.	38
3.3.1.3	Flujos.	39
3.3.2	Deslizamientos múltiples.	39
3.3.2.1	Deslizamientos regresivos.	39
3.3.3	Deslizamiento superficial (Creep o Deflatación).	41
4.	GLIOMORFOLOGIA	44
4.1	TOPOGRAFIA	44
4.2	CONCEPTOS MORFOGENETICOS	45
4.2.1	Litología y estructuras.	45
4.2.2	Formaciones residuales.	46
4.2.3	Erosión.	46
4.2.3.1	Sistemas de erosión y crisis (climaticas).	47
4.2.3.1.1	Biostacia.	47
4.2.3.1.2	Rexistacia.	47
4.2.3.2	Geoformas.	48
4.2.3.2.1	Formas de erosión en sentido estricto.	48
4.2.3.2.1.1	Deslizamientos.	48

2.1.3	Cuaternario.	20
2.1.3.1	Cuaternario Aluvial (Qal).	20
2.2	GEOLÓGICA ESTRUCTURAL	21
2.2.1	Plegamientos.	21
2.2.1.1	Sinclinal de Marantá.	21
2.2.1.2	Sinclinal de Fome.	22
2.2.1.3	Sinclinal de Supaneca.	22
2.2.1.4	Sinclinal de Llano Grande.	22
2.2.1.5	Sinclinales de Piranchón, Tumbala y Volcán Blanco - Teguanequé.	23
2.2.1.6	Sinclinal de Umbita.	23
2.2.1.7	Sinclinal de Ventaquemada - Tunja.	24
2.2.1.8	Anticlinal de Tibaná.	24
2.2.1.9	Anticlinal de Basa.	24
2.2.1.10	Anticlinal de Piedra Candela.	25
2.2.1.11	Anticlinal de las Pavas.	25
2.2.2	Fallas.	25
2.2.2.1	Fallas inversas.	25
2.2.2.1.1	Falla de Tibaná.	25
2.2.2.1.2	Falla de Tumbala - Volcán Blanco.	26
2.2.2.1.3	Falla del Río Nerita.	26
2.2.2.1.4	Falla La Yerbabuena.	26
2.2.2.1.5	Falla El Gacal.	26
2.2.2.2	Fallas normales.	27
2.2.2.2.1	Falla de Marantá.	27
2.2.2.3	Fallas direccionales.	27
2.2.2.3.1	Falla La Sucia.	27



6.1.3	Permeabilidad alta.	65
6.1.3.1	Formación Socha.	65
6.1.3.2	Formación Picacho.	66
6.1.3.3	Formación Guadalupe (Areniscas de Labor y Tierna).	66
6.1.3.4	Coluviones Recientes.	66
7.	SEISMICA	67
8.	EROSION	69
8.1	CLASES DE EROSION PRESENTES	69
8.1.1	Erosión por flujo sub-superficial.	70
8.1.2	Erosión por acción de las aguas corrientes.	70
8.1.3	Erosión por acción antrópica.	70
8.2	CONTROL DE EROSION	71
8.2.1	Sellado de grietas.	71
8.2.2	Técnicas de bio-ingeniería	72
8.2.2.1	Siembra en taludes con canales sobre curvas de nivel	74
8.2.2.2	Surcos de entretrejido (Fajinas)	75
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFIA	82

## INTRODUCCION

Nuestro país cuenta con características morfo-estructurales muy complejas, en especial la zona correspondiente a las tres cordilleras. La gran variedad de climas y tipos de suelo la hacen a su vez atractiva para el asentamiento de centros urbanos.

Poblaciones como Umbita, Turmequé, Tibana, Nuevo Colón y Vencaquemada, además de poseer las mencionadas características; fenómenos tales como deslizamientos, flujos e inundaciones entre otros, afectan desde todo punto de vista a sus habitantes.

El presente estudio pretende ubicar cada uno de estos fenómenos, caracterizarlos y proponer medidas correctivas inmediatas; de esta forma se da el primer paso y el más importante en la consecución de soluciones que mejoren el nivel de vida de sus habitantes.

## 1. GENERALIDADES

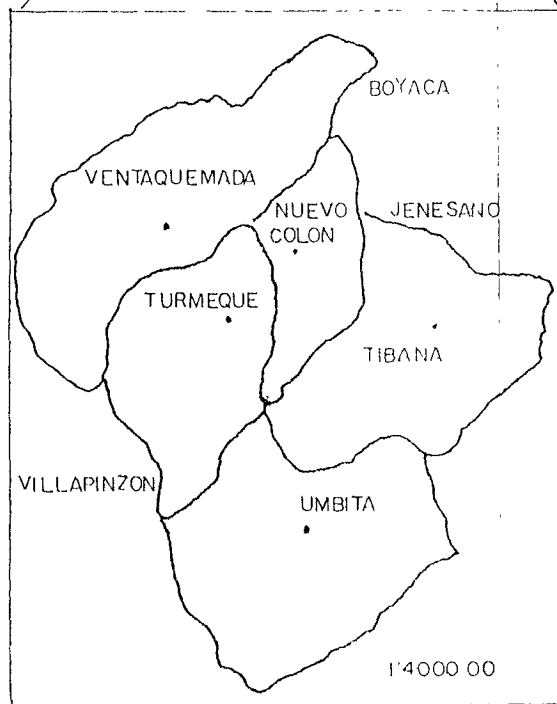
Los municipios de Ventaquemada, Tibana, Turmequé, Umbita y Nuevo Colón hacen parte de la provincia de Marquez; se encuentra situada en la parte central del Departamento de Boyacá, limita al norte con la Provincia del Centro, al Oriente con la Provincia de Lengupá al sur con la Provincia de Oriente y Neira, y al occidente con el Departamento de Cundinamarca. (Ver Anexo 1, mapa de localización).

Los cinco municipios tienen en conjunto una extensión de 553 km<sup>2</sup>, que representan el 62% del total de la Provincia. De estas poblaciones, Ventaquemada es la de mayor extensión con 167 km<sup>2</sup>; y el de menor extensión Nuevo Colón con 45 km<sup>2</sup>.

Sus habitantes se dedican en la mayor parte a la actividad agrícola, las fuentes de empleo en los otros sectores son muy bajas; la presencia de microclimas ha permitido el desarrollo de cultivos de frutales de hoja



# LOCALIZACION



## ANEXO I

caduca; en cultivos semestrales el principal producto es la papa, seguido por las hortalizas, maíz, avena forrajera y trigo; los cultivos permanentes se caracterizan por frutales de hoja caduca como ciruelo, manzano, durazno, pero y curubo. Los municipios de mayor producción son Nuevo Colón y Tibaná.

El sector pecuario lo constituyen principalmente las especies bovina, porcina y ovina.

Los municipios poseen numerosas microempresas y famiempresas con tecnologías sencillas, los principales productos son la elaboración de prendas de vestir, productos de panadería y fabricación de muebles.

En cuanto al sector minero, las principales explotaciones como el carbón, la arena y en menor proporción arcilla y caliza, se ubican en los sectores correspondientes a los municipios de Tibaná, Umbita y Nuevo Colón principalmente.

El total de población es de 43.176 habitantes, de los cuales aproximadamente el 84% está localizada en el sector rural. El municipio de mayor población es Ventaquemada con 10.621 habitantes y Nuevo Colón el menor con 5.801 habitantes.

La temperatura promedio anual es de 15°C, las temperaturas más altas se encuentran en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo con 16 y 18°C; en abril y junio la temperatura media es de 13°C. Se presentan cambios bruscos en la temperatura entre el día y la noche.

## 2. GEOLOGIA

### 2.1 ESTRATIGRAFIA

Las rocas presentes en la zona de estudio son de origen exclusivamente sedimentario y comprenden edades que van desde el Cretáceo Superior hasta el Terciario Superior y depósitos Cuaternarios. Las rocas cretácicas son las de mayor ocurrencia y espesor; en general éstas fueron depositadas en ambientes marinos de aguas poco profundas con influencias deltaicas y en ambientes transicionales (Formaciones Conejo, Plaeners, Labor y Tierra y Guaduas). Esta sedimentación marina es seguida de una sedimentación típicamente continental en la que se depositan las rocas del Terciario (Formación Picacho, Concentración y Tilata). Posteriormente los materiales provenientes de la erosión de la cordillera se acumularon dando origen a los depósitos Cuaternarios.

La descripción detallada de cada una de las formaciones

presen es se da a continuación: (Ver anexos 2,6,10,14 y 18; mapas geológicos de los 5 municipios).

### 2.1.1 Cretáceo.

**2.1.1.1 Formación Churuvita (Ksch).** F. Etayo ha llamado Formación Churuvita un conjunto que aflora por la carretera de Sachica - Tunja formado por una arenisca basal de 105 m, por una alternancia en la parte media de arcillolitas, areniscas y calizas repletas de exóginas u óstreas de arenisca y calizas de 225 m.

En el área de Ventaquemada, los shales grises de la parte inferior de la formación se reducen hasta pocos centímetros, pudiéndose interpretar este hecho como un acúñamiento estratigráfico o como una lengua resultante del cambio de facies del elemento arcilloso al calcáreo. (Ver anexo 18; mapa geológico de Ventaquemada).

La posición en el tiempo del Grupo Churuvita puede ser Cenomaniaco - Turoniano<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> RENZONI, Giancarlo. Geología del Cuadrángulo J -12, Tunja: Boletín Geológico INGEGOMINAS. Vol 24 N°2. Bogotá. 1981.

La Formación Churuvita se localiza hacia el sector Nor - occidental de la zona estudiada y aflora por encontrarse limitada por fallas inversas.

**2.1.1.2 Formación Conejo (Kscn).** Renzoni y Ospina (1969) proponen esta nueva formación para la sucesión bien expuesta en la localidad de Pontezuela, en el camino que conduce a la Vereda de San Rafael, bordeando el Alto del Conejo y que se desprende del carreteable Dicatá - Chivata.

La formación está constituida por intercalaciones de lutitas, areniscas y calizas con óstreas y exóginas.<sup>2</sup>

La Formación Conejo se halla distribuida en distintos sectores de la zona; gran parte se encuentra haciendo parte del núcleo del Anticlinal de las Pavas. La sucesión es cortada por el río Turmequé y la carretera Tibana - Turmequé en las veredas Mómbita y Bayeta donde se encuentra bien expuesta, y puede observarse en contacto concordante, infrayaciendo rocas de la Formación Plaeners. (Ver anexos 12 y 18; mapas geológicos de Turmequé y Ventaquemada).

Está constituida por una alternancia de areniscas

---

<sup>2</sup> RENZONI. Op. cit. Pg. 44.

amarillas de grano fino, compactas, con óstreas, exóginas y lutilas grises y negras; se presentan intercalaciones de arcillolitas grises. La alternancia de rocas competentes (Areniscas) y rocas incompetentes (Lutitas) producen crestas y valles, mostrando la morfología particular de esta formación.

Las características litológicas y paleontológicas de esta unidad indican un ambiente de depositación marino de aguas poco profundas y aireadas. Datada paleontológicamente por Etayo, F. como Coniaciano - Santoniano.

**2.1.1.4 Formación Chipaque (Ksc).** El nombre Chipaque fue empleado por Hubach, E. (1931) bajo la denominación de "Conjunto Chipaque", para designar la parte alta del Grupo Villeta. Según su autor, la parte más alta de este conjunto marca el límite Villeta - Guadalupe. Renzoni, G. (1962) redefine la formación Chipaque, considerando su lecho hasta la base de la Arenisca Dura, incluyendo en esta forma el conjunto inferior del Guadalupe de Hubach.

La unidad está constituida por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior alta; en la parte superior se

presencian intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises claras a oscuras, de grano fino, estratificadas en banos que varían de uno a tres metros de espesor y un nivel de carbón. En el área de Tibaná - Chinavita, la unidad alcanza un espesor de 520 m. (Ver anexo 14; mapa geológico de Tibaná).

La Formación Chipaque descansa normalmente sobre los estratos de la formación Une, e infrayace concordantemente a las formaciones Guadalupe y Palmichal. Las características litológicas y paleontológicas de esta unidad, indican un ambiente marino de aguas poco profundas y circulación restringida.

**2.1.1. - Formación Plaeners (Ksgi).** Pérez y Salazar (1978) redefinen esta Formación propuesta por Hubach (1931) que se encuentra aflorando en el Alto del Cable, por el camino de la estación de la Cuchilla, al norte de Usaquén y que está constituida por interestratificaciones delgadas de limolitas silíceas, porcelanitas y arcillolitas silíceas.<sup>3</sup>

Esta formación aflora hacia el sector centro de la

---

<sup>3</sup> PEREZ y SALAZAR, A. Estratigrafía y facies de el grupo Guadalupe: Geología Colombiana. Universidad Nacional N°10. Bogotá. 1978. Pg. 23, 33, 34.



zona; en las veredas de Mómhita y Bayeta se encuentra bien expuesta y hace parte del Anticlinal de las Pavas. Está en contacto concordante suprayaciendo la Formación Conejo. Además aflora en la Vereda Marantá en el sitio denominado Alto de la Virgen, donde es acuñada por efecto de las fallas de Tibana y Marantá y está en contacto fallado con la Formación Guaduas; en el camino que del Alto de Tibana conduce a la Vereda de Sitantá. Abajo en el puente de Hato Viejo sobre el Río Turmequé está en contacto fallado con la Formación Labor y Tierna y hace parte del Sinclinal de Marantá. Está constituida por una sucesión monótona de limolitas silíceas fracturadas, lutitas grises y areniscas cuarzosas, amarillas de grano medio; presenta niveles de arcillolitas grises y areniscas fosfáticas. El ambiente de depositación corresponde a zonas marinas, de aguas tranquilas de poca profundidad formando depósitos lodosos. Ha sido datada paleontológicamente por Diana Gutiérrez como Campaniano - Maestrichtiano.<sup>4</sup> (Ver anexos 3,4,5,6 y 7; mapas geológicos de los 5 municipios).

**2.1.1.5 Formación Labor y Tierna (Kgst).** Renzoni, G. (1968) utiliza este término para referirse conjuntamente a las formaciones Arenisca de Labor y

---

<sup>4</sup> GUTIERREZ y SALAZAR. Op. cit. Pg. 36,37, 56, 57.

Arenisca Tierna, miembros del Grupo Guadalupe y constituida por areniscas intercaladas con lutitas en el sector de Samacá - Cómbita.<sup>5</sup>

El conjunto se presenta en un gran sector de la zona estudiada; en el anticlinal de las Pavas, aflora a lo largo de la carretera Tibaná - Turmequé donde se encuentra suprayaciendo concordantemente la Formación Plaeners; al norte de la falla de Aguas Calientes en el flanco oriental del Anticlinal de las Pavas, en las veredas Zanja, Piedra Candela y Gupaneca se encuentra en contacto fallado con la formación Guaduas. En el flanco occidental del Anticlinal de las Pavas, en el sector de Llano Grande - Carbonera se encuentra concordantemente infrayaciendo rocas de la formación Guaduas. En la vereda de Fiola sufre un gran desplazamiento hacia el oeste por efecto de la falla de Nuevo Colón. En el alto de Tibaná la formación es acuñada por las fallas de Aguas Calientes y Tibaná. En el alto de El Molino la formación sufre inversiones locales y en el puente de Hato Viejo puede observarse en contacto fallado infrayaciendo a la Formación Plaeners. Al sur de Tibaná la formación está en contacto fallado suprayaciendo a la Formación Guaduas. El conjunto está constituido por areniscas masivas,

---

<sup>5</sup> RENZONI. Op. cit. Pg. 44,45.

cuarzosa amarillentas, de grano fino, compactas, con intercalaciones de lutitas grises, niveles de limolitas silíceas y arcillolitas grises. El ambiente de depositación corresponde a una zona litoral o sublitoral de poca profundidad, con influencias deltaicas. Ha sido datada paleontológicamente como Campiano - Maestrichtiano por Diana Gutiérrez.<sup>6</sup> (Ver anexos 2,6,10,14 y 18; mapas geológicos de los 5 municipios).

## 2.1.2 Terciario.

**2.1.2.1 Formación Guaduas (TKg).** Alvarado y Sarmiento (1944) renombraron Formación Guaduas al conjunto de estratos de arenisca y arcillolita que contienen interesratigráficamente mantos de carbón explotables por analogía con la formación homónima denominada por Hettner (1982) en la región de Guaduas, Cundinamarca.<sup>7</sup>

La formación aflora en un gran sector de la zona; se encuentra expuesta en la margen derecha de la Vereda de Suta Abajo en los sitios llamados Puerto Amor y Portachuelo; y en las Veredas Baganique, Sastoque y

---

<sup>6</sup> PÉREZ y SALAZAR. Op. cit. Pg. 46, 47, 54, 55.

<sup>7</sup> ALVARADO, B. y SARMIENTO, R. Yacimiento de hierro de Paz del Río. Bogotá. Inédito. 1944. Pg. 35.

Siomán. En la margen derecha del río se encuentra en contacto concordante infrayaciendo la Formación Cacho, también se encuentra haciendo parte del núcleo del Sinclinal de Marantá en la Vereda de Sitantá Abajo.

La formación está constituida por una alternancia de arcillolitas grises homogéneas y laminadas, areniscas cuarrosas, blancas a amarillentas, de grano fino a grueso, frías e intercalaciones de limolitas silíceas y carbonosas. La secuencia se caracteriza por presentar en su miembro medio mantos de carbón explotables con espesores que varían entre los 0.9 y 2.0 metros. (Ver anexos 14 y 6; mapas geológicos de Tibaná y Umbita).

El ambiente de depositación es marino litoral e continental. Fue datada palinológicamente por T. Van Der Hammen como Maestrichtiano hasta la parte media y como Paleoceno en la parte superior.<sup>9</sup>

**2.1.2.2 Formación Cacho (Tpc).** Campbell, C. elevó a la categoría de formación la Arenisca del Cacho, considerada anteriormente por varios autores como el

---

<sup>9</sup> REYES, Italo. Op. cit.

miembro basal de la Formación Bogotá.\*

La unidad se encuentra paralela a la dirección del eje del sinclinal de Fome (NE - SW). Aflora en la Cuchilla y en el Alto de Carrizal, Vereda de Carrizal Jaimes, donde el espesor de la formación aumenta debido a la Falla de Circas. El espesor de la formación es reducido en el sector comprendido entre las quebradas La Sucia y El Injerto, por efecto de fallas direccionales. La unidad se encuentra a todo lo largo de la zona en contacto concordante suprayaciendo la Formación Guadua. Esta constituida por areniscas cuarzosas blanco - amarillentas de grano medio a grueso, friables, bandeadas con estratificación gradada y cruzada e intercalaciones de arcillolitas.

La unidad fue depositada en un ambiente fluvial y ha sido datada por Van Der Hammen como Paleoceno.

**2.1.2.3 Formación Areniscas de Socha (Tars).** Alvarado y Sarmiento Soto (1944) designaron con el nombre de Socha inferior, un conjunto de areniscas de grano medio hasta conglomerática, con un espesor que varía entre 100 y 175 m; su localidad tipo la establecieron en la

---

\* ULLÓN M, Carlos y RODRIGUEZ M, Erasmo. Geología del Cuadrángulo 1:12, Guateque: Boletín Geológico, Volumen XXII. N° 1. Bogotá. 1979. Pg. 29.

población de Socha Viejo (cuadrángulo J-13).

La unidad en la localidad de Pachavita - Tibana esta constituida por 45 m de areniscas blanco-amarillentas, de grano grueso a conglomerático, con cantos subredondeados de cuarzo de 2 a 5 cm de diametro; lo suprayacen 45 m de alternancia de areniscas conglomeráticas, blanco-amarillentas y arcillas abigarradas; su techo lo constituyen 90 m de areniscas cuarzosas, blanco-amarillentas, de grano medio a grueso, con intercalaciones esporádicas de lentes conglomeráticos.

Según Van der Hammen (1955) la formación Areniscas de Socha contiene polen fósil del Paleoceno. La formación se originó probablemente en facies de estuario, con episodios lagunares en la parte inferior.

De acuerdo a la asociación palinológica (Van der Hammen, 1957), el conjunto inferior de la Formación Areniscas de Socha se correlaciona con la mitad superior de la Formación Guaduas Superior de la cuenca Rogotá Tunja.

La unidad se encontró en el área estudiada suprayaciendo concordantemente a los estratos de la

Formación Guaduas. (Ver anexos 14 y 6; mapas geológicos de Sibán y Umbita).

**2.1.2.4 Formación Bogotá (Tb).** Corresponde a una sucesión compuesta por 9 metros de arenisca friable, 15 metros de arcilla violácea, 47 metros de arenisca de grano medio a grueso ferruginosa, con estratificación cruzada y unos 50 metros de arcillas amarillentas.<sup>19</sup>

La unidad se encuentra ubicada hacia el sector nor - occidental de la zona de estudio, formando un sinclinal que sigue la dirección de la quebrada El Chital en dirección NE - SW. (Ver anexo 18; mapa geológico de Ventaquemada).

La Formación Bogotá se correlaciona con la arenisca del Cacho. Es datada como Paleoceno por Van Der Hammen.

**2.1.2.5 Formación Arcillas de Socha (Tas).** Se emplea el término Arcillas de Socha en el sentido en que Alvarado y Sarmiento (1944) dieron a un conjunto de arcillas grises y verdosas con bancos de areniscas que afloran en la población de Socha Viejo (localidad tipo) y que denominaron Formación Socha Superior.

La unidad está compuesta de arcillas, limolitas grises

---

<sup>19</sup> FENZONI. Op. cit.

claras a verduscas, alternando con areniscas feldespáticas, de grano medio a grueso, estratificadas en bancos de 1 a 10 m de espesor. En la carretera de Pachavita - Tibana su espesor medio fue de 400 m.

Por su posición estratigráfica y de acuerdo a la correlación palinológica, la formación Arcillas de Socha o Socha Superior comprende todo el Paleoceno Superior. Su origen es predominantemente continental, formada en lagunas litorales subsidentes.

Esta unidad se observó en el Area estudiada concordantemente con la formación que le infrayace.

La Formación Arcillas de Socha se correlaciona con las formaciones Bogota y Arcillas de El Limbo. (Ver anexos 14 y 6; mapas geológicos de Tibana y Umbita).

**2.1.2.6 Formación Picacho (Tp).** Este nombre es dado por Alvarado B. y Sarmiento R. (1944) a las areniscas que forman el Cerro de Picacho en el Alto de El Portillo, al noreste del casco urbano de Paz del Río.

La formación es predominantemente arenosa, las areniscas son de color blanco a pardo, bastante



limpias, masivas, moderadamente duras a friables, de grano fino a grueso, con niveles conglomeráticos. Las areniscas presentan marcas de corrientes, estratificación cruzada y otras estructuras de sedimentación.<sup>11</sup>

La formación se encuentra conformando el Sinclinal de Umbita hacia el sector sur - occidental de la zona. En estas áreas se intensifica la explotación de areneras en gran cantidad y magnitud. (Ver anexos 14 y 6; mapas geológicos de Tibaná y Umbita).

El límite inferior de la Formación Picacho se localiza en el contacto entre las areniscas masivas y las arcillolitas verdosas de la Formación Socha Superior. El límite superior marca el paso a la arenisca ferruginosa de la base de la Formación Concentración.

La formación es del Eoceno Inferior, su origen es continental, depositada en un ambiente posiblemente de tipo deltaico, de gran extensión lateral; se correlaciona con la Formación Bogotá.

**2.1.2.7 Formación Concentración (Tco).** La denominación fue dada por Alvarado B. y Sarmiento R. (1944) a la

---

<sup>11</sup> REYES, Italo. Op. cit.

sección que afluye en los alrededores del caserío de Concentración sobre la carretera Belén - Paz del Río.

La Formación Concentración puede dividirse en dos conjuntos. El inferior presenta en la base una arenisca gris de grano fino, de uno a dos metros de espesor, sobre las que yace un banco de mineral de hierro colítico rojizo de 1 a 12 m.

El conjunto superior consta principalmente de arcillolitas grises con constantes intercalaciones de bancos de arenisca de grano medio.<sup>12</sup>

La unidad se encuentra conformando el núcleo del Sinclinal de Umbita con dirección NE - SW. (Ver anexos 14 y 6; mapas geológicos de Tibaná y Umbita).

El espesor total de la formación concentración es de aproximadamente 1400 m. La edad de la formación se fija entre Eoceno medio y Oligoceno medio; en cuanto al origen, las facies varían de paludal a lagunar con episodios de inundación salobre.

**2.1.2.8 Formación Tiltatá (Tst).** Conjunto formado por capas de gravas, arcillas, arenas y esporádicos

---

<sup>12</sup> REYES, Italo. Op. cit.

lignitos. Se calcula un espesor de 150 m, yace discordantemente entre la Formación Bogotá y la Formación Uno.

En la zona aflora en pequeños paquetes entre las poblaciones de Ventaquemada Y Turmequé. (Ver anexos 2 y 18; mapas geológicos de Turmeque y Ventaquemada).

### **2.1.3 Cuaternario.**

**2.1.3.1 Cuaternario Aluvial (Qa1).** Se localiza hacia el valle del Río Tibaná con dirección Norte - Sur, y descansa discordantemente sobre rocas de la Formación Guadua; también se cartografió en la Vereda Aposentos y en el valle del Río Turmequé, donde se encuentra discordantemente sobre la Formación Labor y Lierna. Está constituido por gravas, especialmente bloques y guijarros redondeados de areniscas y limolitas silíceas; embebidas en una matriz arenoso - arcillosa.

Los depósitos coluviales o derrubios son formados principalmente por remoción de antiguos glaciales generalmente presentes en pendientes. Las acumulaciones glaciales rellenan algunos valles en U ya muy poco diferenciados y generalmente removidos. (Ver anexos 7,6,10,11 y 18; mapas geológicos de los 5 municipios).

## 2.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El marco tectónico del área está constituido por anticlinales amplios y sinclinales angostos, los cuales siguen una dirección general SW - NE, formados por la acción de esfuerzos en su mayoría de tipo compresional. (Ver anexos 2,6,10,14 y 18; mapas geológicos de los 5 municipios).

Igualmente se presentan algunas inversiones pequeñas de carácter local; las principales fallas cortan las estructuras en sentido perpendicular, originando pequeños deslizamientos.

### 2.2.1 Plegamientos.

**2.2.1.1 Sinclinal de Marantá.** Localizado en el extremo sur - oriental del área, su eje se desplaza desde la Vereda Sitanta hasta el Cerro de Marantá, donde puede observarse claramente.

Está constituido por rocas de las Formaciones Plaeners, Labor y Tierna, y Guaduas; es un sinclinal normal, simétrico, cuyos flancos buzan suavemente y su eje tiene una dirección aproximada de N 65° E. El eje del sinclinal termina contra la falla de Marantá.

**2.2.1.2 Sinclinal de Fome.** Se localiza al extremo este del área de estudio y recorre la zona en dirección NE - SW desde la Vereda de Batán hasta la Vereda de Carrizal Jaimes. El sinclinal se encuentra afectado por diferentes fallas que producen pequeños desplazamientos de su eje.

La estructura está constituida por rocas de las Formaciones Guaduas y Cacho, se puede observar claramente en las cuchillas de Fome y en el Alto de Carrizal. El sinclinal es normal, simétrico y su eje tiene una dirección aproximada de N 40° E.

**2.2.1.3 Sinclinal de Supaneca.** Se localiza igual que el anterior hacia el extremo oriental del área, con dirección preferencial NE - SW, paralelo a la falla de Supaneca y se extiende desde la falla de Aguas Calientes en la Vereda de Supaneca. Su eje presenta pequeños deslizamientos hacia el este, debido a las fallas de Nuevo Colón y las Circas. El sinclinal lo constituyen rocas de la Formación Labor y Tierra; es un sinclinal apretado producto de los esfuerzos de compresión de la falla de Supaneca; su eje tiene una dirección de N 30° E.

**2.2.1.4 Sinclinal de Llano Grande.** Se localiza hacia

el sureste de la zona y recorre la Vereda Carbonera hasta Llano Grande; plega rocas de la Formación Guaduas. Es una estructura normal, simétrica cuyo eje tiene una dirección N 35° E.

**2.2.1.5 Sinclinales de Piranchón, Tumbalá y Volcán Blanco - Teguaniqué.** Esta gran estructura se localiza hacia el centro del área; es de conformación alargada, de dirección general SW - NE. Esta interceptada por dos fallas que originaron las depresiones por donde corren el Río Jenita y La Quebrada El Salvo dividiendo la estructura en tres partes.

**2.2.1.6 Sinclinal de Umbita.** Es una estructura alargada que sigue una dirección preferencial NE-SW, se encuentra constituida por estratos de las Formaciones Arcillas de Socha, Areniscas de Socha, Guaduas, Picacho y Concentración; morfoestructuralmente determina los valles y colinas del Municipio de Umbita.

**2.2.1.7 Sinclinal de Ventaquemada - Tunja.** Es una estructura asimétrica con el flanco oriental más inclinado que el occidental, con una dirección SW - NE.

En el flanco occidental de esta estructura las capas presentan rumbos de N 20° E a N 60° E, con buzamientos

que van desde los 24 hasta los 70°, suavizándose hacia el eje; y en el flanco oriental las capas presentan rumbos de N 25° E a N 60° E, con buzamientos algo pronunciados hacia el SF, los cuales alcanzan los 50° de inclinación. El sinclinal se encuentra afectado por una serie de fallas transversales que desplazan su eje y ocasionan un cabeceo hacia el NW.

**2.2.1.8 Anticlinal de Tibaná.** Se localiza en el extremo oriental de la zona y va desde la Vereda Siután hasta la Vereda Juana Ruiz y su eje va a lo largo del curso del Río Tibaná. En la Vereda de Siután la estructura se encuentra fallada y su eje desplazado hacia el este, por efecto de la falla de Tibaná. Se encuentra constituido por rocas de las Formaciones Guaduas y Labor y Tierna; es una estructura normal simétrica con una dirección N 40° E, su cresta se encuentra erosionada.

**2.2.1.9 Anticlinal de Basa.** Recorre la Vereda Batán hasta el Alto de Tibaná. Está constituido por rocas de la Formación Labor y Tierna, en su flanco occidental en el Alto El Molino presenta algunas inversiones muy locales. Es un anticlinal normal, simétrico y tiene una dirección de N 40° E.

**2.2.1.10 Anticlinal de Piedra Candela.** Se localiza hacia la parte central del área en dirección NE - SW desde la Vereda de Piedra Candela hasta la Vereda de Supaneca; se encuentra afectado por las fallas de Nuevo Colón y la Sucia que causan pequeños deslizamientos de su eje y variaciones en la dirección del mismo. Está constituido por rocas de la Formación Guaduas; es un anticlinal normal, simétrico y tiene una dirección de N 40° E.

**2.2.1.11 Anticlinal de las Pavas.** Se localiza en la Vereda de Mómbila (Tibaná) hasta la Vereda de Supaneca en una dirección NE - SW. El anticlinal presenta su flanco oriental invertido desde la falla de Aguas Calientes hasta la Vereda de Supaneca (Jenesano), por efecto de esfuerzos compresionales producto de la falla inversa de Supaneca. El anticlinal es buzante y su eje tiene una dirección de N 30° E.

## **2.2.2 Fallas.**

### **2.2.2.1 Fallas inversas.**

**2.2.2.1.1 Falla de Tibaná.** Abarca las Veredas de Sitantá Abajo y Suta Abajo. Afecta rocas de las



Formaciones Labor y Tierna, y Guaduas; desplaza el eje del anticlinal de Tibana. Tiene una dirección aproximada de N 65° E y buza hacia el este.

**2.2.2.1.2 Falla de Tumbalá - Volcán Blanco.** Sigue el rumbo general de los estratos en sentido SW - NE y es de carácter regional; se prolonga hacia el SW; afecta las Formaciones Conejo y Plaeners.

**2.2.2.1.3 Falla del Río Nerita.** Desplaza la falla descrita anteriormente y ocasiona la inversión del flanco occidental del sinclinal Piranchón en su extremo sur - oeste.

**2.2.2.1.4 Falla La Yerbabuena.** Pone en contacto la Formación Labor y Tierna con la Formación Plaeners; y la Formación Plaeners con la Formación Guaduas respectivamente se encuentra localizada hacia el Nor - oeste de la zona sobre la Quebrada La Yerbabuena; presenta una inclinación hacia el SE, es una falla regional y su recorrido forma estructuras de inversión de estratos.

**2.2.2.1.5 Falla El Gacal.** Es casi paralela a la anterior y afecta a las Formaciones Plaeners, Labor y Tierna, Guaduas, Cacho y Bogotá; también es regional.

### **2.2.2.2 Fallas normales.**

**2.2.2.2.1 Falla de Marantá.** Se localiza hacia el sur - este de la zona en las Veredas Sastoque y Marantá, y culmina en la falla de Tibana. Afecta rocas de las Formaciones Guaduas, Labor y Tierna, y Pleners. Tiene una dirección Este - Oeste y buza hacia el sur.

### **2.2.2.3 Fallas direccionales.**

**2.2.2.3.1 Falla La Sucia.** Se localiza sobre la Quebrada Sucia y afecta rocas de las Formaciones Cacho y Guaduas. Desplaza los ejes del anticlinal de Piedra Candela y el sinclinal de Fome. Tiene una dirección aproximada de N 30° W, y se intercepta con la falla El Infierno. Esta asociada a los esfuerzos remanentes de la falla de Nuevo Colón.

**2.2.2.3.2 Falla El Infierno.** Se localiza en la parte central de la zona Vereda de Sirame, afecta rocas de las Formaciones Cacho y Guaduas y desplaza el eje del Sinclinal de Fome. Tiene una dirección de N 60° W, y esta asociada con los esfuerzos remanentes de la falla de Nuevo Colón.

**2.2.2.3.3 Falla de Aguas Calientes.** Se extiende desde

la Vereda de Zanja hasta el Alto de Tibaná, en donde choca contra la falla de Tibaná.

Afecta rocas de las Formaciones Platers, Labor y Tierna y Guaduas; desplaza los ejes del anticlinal de las Pavas y sinclinal de Fome. Tiene una dirección aproximada de N 50° W.

### 3 RECONOCIMIENTO DE LA INESTABILIDAD

#### 3.1 RECONOCIMIENTO AREA

Por medio de fotografías aéreas correspondientes a distintos años, se lograron determinar las áreas que presentaron cambios superficiales en cuanto a movimientos y cobertura vegetal; finalmente se delimitaron depositaciones tipo cuaternario y en general todas aquellas acumulaciones poco consolidadas.

El reconocimiento aéreo en lo que se refiere a la inestabilidad es muy importante por cuanto una visión general de la zona permite determinar la influencia de factores litológicos y tectónicos, que en campo muchas veces es difícil detectar.

En zonas como la correspondiente a este estudio caracterizadas por poseer estructuras como fallas y plegamientos de gran magnitud, topografía abrupta, contactos diversos entre formaciones, etc; es

imprescindible localizarlos y tratar de determinar su influencia en lo que respecta a los movimientos en masa.

Es adecuado señalar también que el reconocimiento aéreo incluye el análisis detallado del drenaje, ya que de éste dependen factores como evacuación de aguas, posibles inundaciones, y en general todo lo relacionado con el movimiento de aguas superficiales que influyen directamente como fenómeno detonante y causante de amenazas.

Por último, mediante el análisis estructural se determinan las posibles direcciones de agua subterránea y su influencia en los fenómenos de inestabilidad.

### **3.2 RECONOCIMIENTO EN CAMPO**

El reconocimiento en campo de la zona, se realizó basándose en el estudio de fotografías aéreas, y en estudios realizados por otras instituciones pertenecientes al Estado; además se contó con la ayuda de las autoridades de los diferentes municipios (Alcaldes, Inspectores de CORPOCHIVOR, habitantes, etc.). (Ver formatos de reconocimiento de inestabilidad y áreas de inundación).

Se resalta la importancia de la información otorgada por la ciudadanía, ya que son ellos los directamente afectados.

El reconocimiento en campo permitió corroborar en algunas zonas la presencia de movimientos, y en otras la influencia determinante de otros factores que en el reconocimiento aéreo no se pudo determinar.

Debido a la escala de las fotografías no se lograron observar movimientos pequeños; que aunque se identificaron en campo, no se cartografiaron por el mismo inconveniente de la escala de los planos.

### 3.3 FENOMENOS DE INESTABILIDAD OBSERVADOS

Como se anotó, la diversidad de factores entre los cuales se tienen: geológicos, hidrológicos, topográficos, vegetación, meteorización, sobrecargas e impactos y vibraciones; disminuyen gradualmente la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y el incremento de las fuerzas gravitacionales.

En cuanto a los factores geológicos, como se señaló los plegamientos, la inclinación o buzamiento, tienen influencia sobre el principio general de los

deslizamientos.

Así como son de mucha importancia en los movimientos de masas, los contactos, la constitución mineralógica y espesores de los materiales que en el área de estudio son muy variados gracias a la presencia de numerosas formaciones geológicas.

La presencia de aguas superficiales y subterráneas producen aumento de presión hidrostática, aumento de presión de poros, y por consiguiente la resistencia al corte de los suelos disminuye.

Formaciones arcillosas como Guaduas o Arcillas de Socha, y arenosas como Picacho y otras, producen grietas y lentes que permiten la infiltración de aguas y la consiguiente saturación de los materiales, aumentando el momento motor.

Los cambios de pendiente de los taludes son evidentes en el Área; son causadas por el alto grado de erosión y por la mala explotación de canteras de arena y socavones de carbón. (Ver figura 1, canteras de arena en Umbita y Tibana).

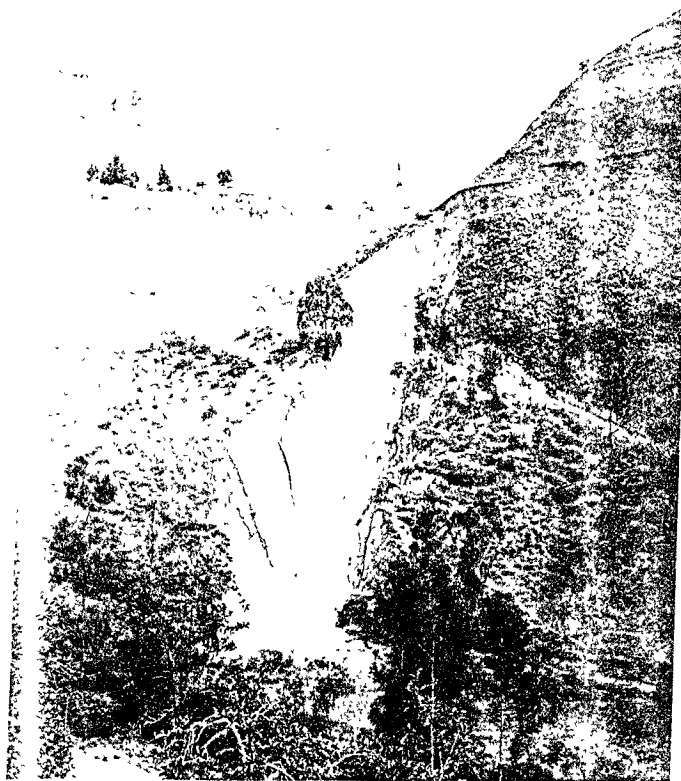
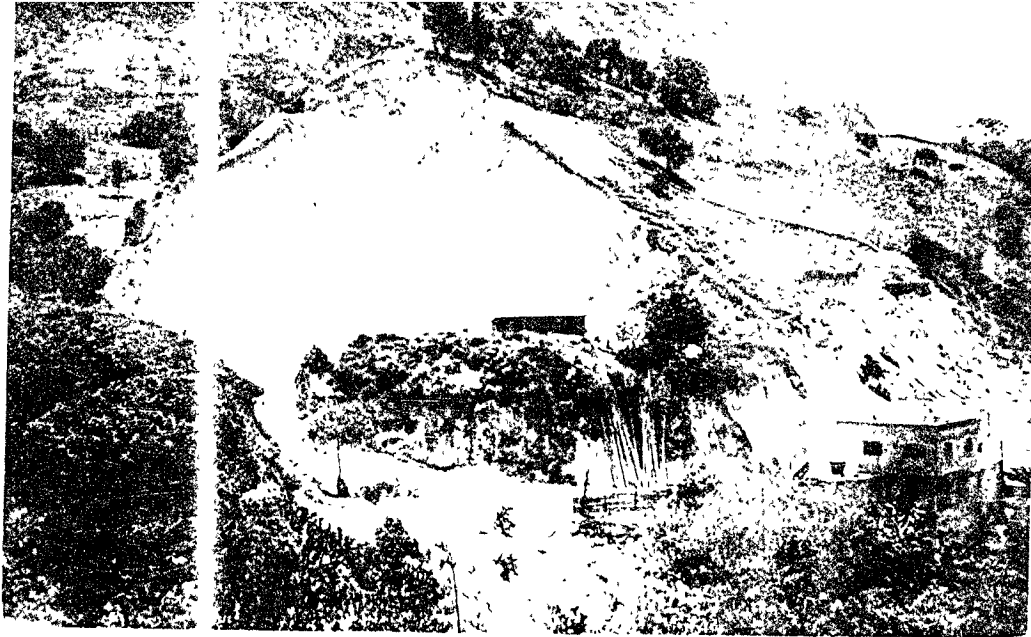


Figura 1. La mala tecnificación de explotación de arena, ha producido un alto grado de inestabilidad en los taludes; a la vez que erosiona y no se recupera la zona explotada.



El aumento en la pendiente de los taludes produce un cambio en los esfuerzos internos de la masa y las condiciones de equilibrio son alteradas por los incrementos en los esfuerzos cortantes.

Por otra parte, la vegetación protege los suelos contra la erosión, gran parte de los movimientos en la zona de estudio se deben a la tala indiscriminada de bosques nativos, la vegetación aísla el material del medio ambiente, evitando contracciones, cambios de humedad y de temperatura, por lo tanto su papel es ayudar a la estabilidad del talud.

La meteorización tanto química como mecánica, se halla presente en el área, actuando principalmente sobre arcillas hidratándolas y produciéndoles cambios iónicos. Tales cambios deterioran gradualmente la cohesión de los materiales.

En el reconocimiento de campo se pudo observar la presencia de rellenos de desperdicios que a falta de un relleno sanitario por ejemplo; los habitantes amontonan sus basuras sin percatarse de que le están imponiendo sobrecargas a un deslizamiento.

El incremento de peso causa aumento en el esfuerzo

cortante en la presión de poros, que puede igualar o rebasar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y por ende, es causa de inestabilidad.

Finalmente las vibraciones producidas por movimientos sísmicos, explosiones de gran magnitud por minas de carbón como en Tibaná y Umbita, afectan el equilibrio de los taludes, provocando cambios de esfuerzos temporales debidos a oscilaciones de diferente frecuencia.

Los movimientos más importantes que se observaron en la zona de estudio fueron: (Ver anexos 5,9,13,17 y 21; mapas de minas de los 5 municipios).

### **3.3.1 Deslizamiento del Tipo Básico.**

**3.3.1.1 Caídas.** Se presentaron muy puntualmente a lo largo y ancho de la zona, debidos principalmente a la alta inclinación de los taludes. (Ver figura 2, caída de rocas en Tibaná).



Figura 2. Desprendimientos de roca de gran tamaño que amenaza con destruir viviendas.

Según el Ingeniero Germán Cujar Chamorro<sup>13</sup>, las caídas o derrumbes son en general bastante insignificantes y en el caso que nos ocupa también lo son, por la poca extensión y por la baja tasa de amenaza. Además el Ingeniero Cujar afirma que la literatura existente sobre dicho movimiento es escasa o insignificante.

Sin embargo es importante mencionar algunas características litológicas y geotécnicas de las caídas: La mayoría de los taludes son lo suficientemente inclinados como para estar sujetos a un desplome, se encuentran entre las arcillas más resistentes y sobreconsolidadas; ya que éstas rara vez están intactas, los agrietamientos por tensión generalmente se desarrollan por las juntas o fisuras preexistentes. La posición de éstas con relación a la cresta de talud, puede influir en forma considerable, en el tamaño y la forma eventual de la falla. Las arcillas más consistentes generalmente al fallar caen hacia atrás; una arcilla menos consistente especialmente en un talud casi vertical, puede caer hacia adelante. La presencia de agua en tales agrietamientos provocan una reducción muy marcada en la

---

<sup>13</sup> CUJAR CHAMORRO, Germán. Estabilidad de taludes. Popayán. Diciembre de 1992. Pg. 30.

estabilidad.

**3.3.1.2 Deslizamientos Traslacionales.** Este tipo de movimiento se hizo evidente en taludes arenosos correspondientes a la Formación Picacho y que afectan la vía principal que conduce de Umbita a Tibaná y a algunas viviendas.

Los deslizamientos traslacionales por lo general consisten en movimientos del cuerpo del talud sobre superficies de falla básicamente planas, asociadas a la presencia de estratos poco resistentes localizados a poca profundidad bajo el talud.

La superficie de deslizamiento se desarrolla en forma paralela al estrato débil y remata en sus extremos por dos cantiles, por lo general formados por agrietamiento.

Los estratos débiles que forman estas fallas son comúnmente de arcillas blandas o de arenas finas o limos no plásticos sueltos. Con mucha frecuencia, la debilidad del estrato está ligada a elevadas presiones de poro en el agua contenida en las arcillas o a fenómenos de elevación de presión de agua en estratos de arena. En este sentido, las fallas pueden estar

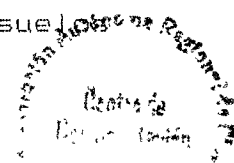
ligadas también al calendario de las temporadas de lluvia en la región.

**3.3.1.3 Flujos.** Este tipo de falla se presenta a escala pequeña dentro de la zona; se localizan especialmente en las riberas de los ríos caudalosos como el Río Turmequé y Bosque, y en la vereda que lleva el nombre de este (último río en el municipio de Umbita.

Los flujos son movimientos más o menos rápidos de una parte del talud, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos recuerda el comportamiento de un líquido viscoso. La superficie de deslizamiento no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve; es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas del talud sea una zona de flujo plástico. El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas.

### **3.3.2 Deslizamientos múltiples.**

**3.3.2.1 Deslizamientos regresivos.** Se hace presente en



1

un área considerable de la Vereda El Bosque (Municipio de Umbita); su estado es crítico y amenaza con represar el Río Bosque. Observaciones precisas y detalladas se encuentran en Estudio geológico de áreas vulnerables Vereda El Bosque<sup>14</sup>. (Ver figura 3, deslizamientos regresivos en Umbita).

Los deslizamientos regresivos se forman a partir de un primer deslizamiento, situado en la parte más baja del talud, esto hace que se genere inestabilidad en la cabecera de cada falla, produciéndose este fenómeno en forma sucesiva talud arriba. Todas las superficies de falla tienden a concurrir a una superficie fundamental y pueden existir de tipo rotacional o traslacional; en este caso sería rotacional.

Las fallas rotacionales regresivas ocurren con frecuencia en regiones de topografía movida o escalonada, en taludes activamente erosionados y de relieve bastante alto, especialmente si existen estratos gruesos de arcillas sobreconsolidadas, fisuradas o de lutitas, sobreyacidas por espesores grandes de roca y suelos firmes.

---

<sup>14</sup> NARANJO, Manuel; FLOREZ, Daniel. Estudio geológico y de áreas vulnerables Vereda El Bosque. CORPOCHI/DIR. 1995.



Figura 3. Deslizamientos regresivos de falla rotacional, Vereda El Bosque; nótese los trabajos de drenaje efectuados a lo largo de los principales movimientos.



### 3.3.3 Deslizamiento superficial (Creep o Reptación).

Esta falla es la más común dentro de la zona de estudio, gracias a la presencia de bastos mantos de arcilla y a las pendientes favorables principalmente.

El movimiento se refiere a un proceso más o menos continuo y por lo general lento de masas superficiales que se mueven a lo largo del talud.

El creep suele afectar a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte móvil y las masas inmóviles más profundas. El creep suele deberse a una combinación de las acciones de las fuerzas de gravedad y de otros varios agentes. La velocidad del movimiento es lenta y casi continua; y está afectado por factores tales como la geometría del talud, las propiedades esfuerzo deformación y por las condiciones de confinamiento del suelo. La velocidad se va incrementando con el tiempo, iniciando con pocos milímetros por año, hasta llegar a varios centímetros por día antes de producirse la falla.

Terraghi (1950), distingue dos clases de creep: el estacional que sólo afecta a la capa superficial del talud y que está sometido a cambios climáticos en forma de expansiones y contracciones; se presenta en suelos

arcillosos y limosos, también se presenta en regiones tropicales en muchos suelos residuales donde hay mucha variación en las estaciones. El creep masivo afecta a capas más profundas, no interesadas por los efectos ambientales y que, en consecuencia sólo se puede atribuir al efecto gravitacional y su movimiento es prácticamente constante, en cambio el creep estacional puede tener movimientos que varían con la época del año y la capa superficial afectada puede estimarse en un metro.

Parece que la reptación se produce bajo niveles de esfuerzos actuantes bajos, muy inferiores a los que corresponden a la máxima resistencia al esfuerzo cortante.

El mecanismo superficial de estos deslizamientos está relacionado con la baja resistencia al esfuerzo cortante que tienen los materiales de la superficie, debido a que los esfuerzos normales actuantes son muy bajos.

## 4. GEOMORFOLOGIA

### 4.1 TOPOGRAFIA

Esta depende esencialmente de la magnitud de los agentes morfodinámicos. En general, en la región estudiada se presenta una topografía fuertemente inclinada a escarpada, con elevaciones entre 2.000 y 3.400 m.s.n.m. Las máximas elevaciones se encuentran en la cuchilla " Los Cristales " (Umbita) según los mapas de isopendientes (Anexos 4,8,12,16 y 20) se observa el predominio de terrenos con pendientes entre 10° y 30°, los que corresponden a los coluviones y a las formaciones blandas como la Churuvita, Conejo, Guaduas y Socha Superior. Pendientes más acentuadas se presentan en las formaciones duras como la Formación Guadalupe Socha Inferior, Picacho, Bogotá y Concentración. Las zonas con pendientes menores de 15° también corresponden a coluviones.

## 4.2 CONCEPTOS MORFOGENETICOS

El objetivo de la geomorfología es el estudio de las geoformas y de los procesos que actúan en cada una de ellas, los cuales transcurrido un periodo de tiempo, contribuyen a la evolución del paisaje. Los procesos son generados por factores endógenos y exógenos, siendo cada uno de estos factores una variable natural, que cambia en distancia (horizontal y vertical) y en tiempo, conformando de esta manera un sistema morfogénico. Las figuras N94 y N95 ilustran la relación que existe entre cada uno de estos procesos y factores. Para el presente estudio se han considerado cuatro parámetros determinados por los distintos procesos y factores que generan la evolución de un paisaje: litología y estructuras, formaciones residuales, erosión e hidrografía y dinámica fluvial.

**4.2.1 Litología y estructuras.** En la zona las rocas presentan una gran variedad litológica y se pueden clasificar en dos grupos Rocas Blandas, como las arcillolitas y shales de las formaciones Conejo, Churuvita, Socha Superior y Guaduar. Rocas Duras tales como las areniscas, calizas, porcelanitas y limolitas de las formaciones Socha Inferior, Guadalupe, Boyota, Picacho, Concentración y Tilatá. Cada uno de estos

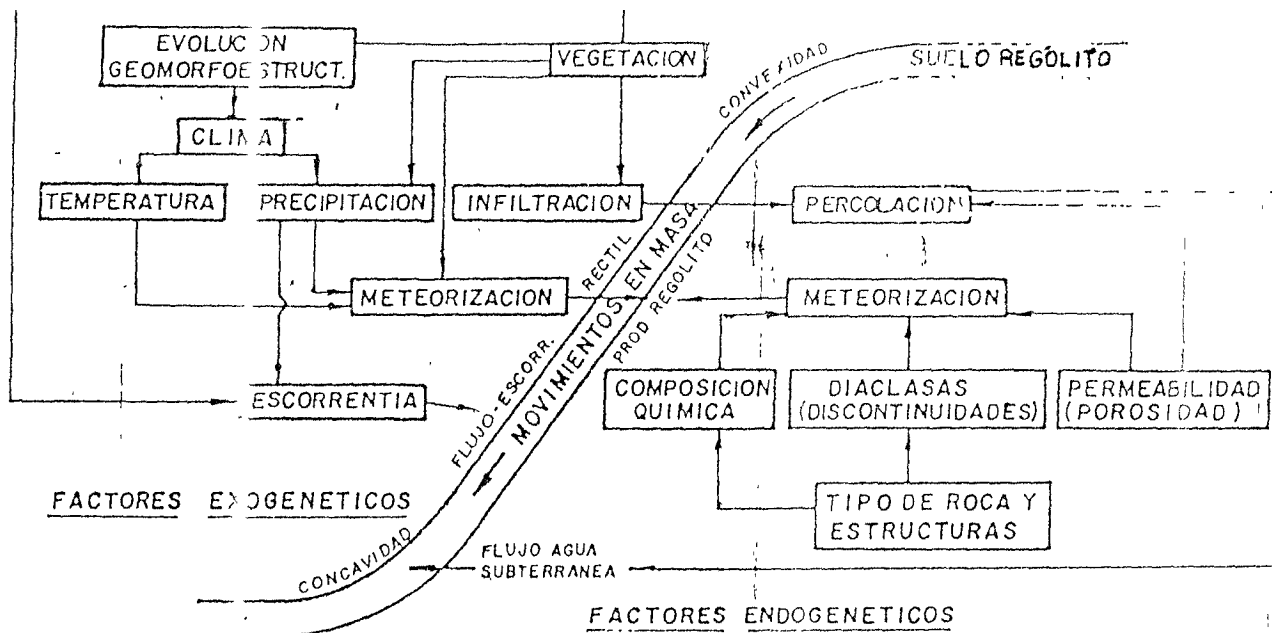


FIGURA 4.- RELACION DE FACTORES ENDOGENOS Y EXOGENOS EN UNA LADERA

(Cortes Ricardo, 1.989)

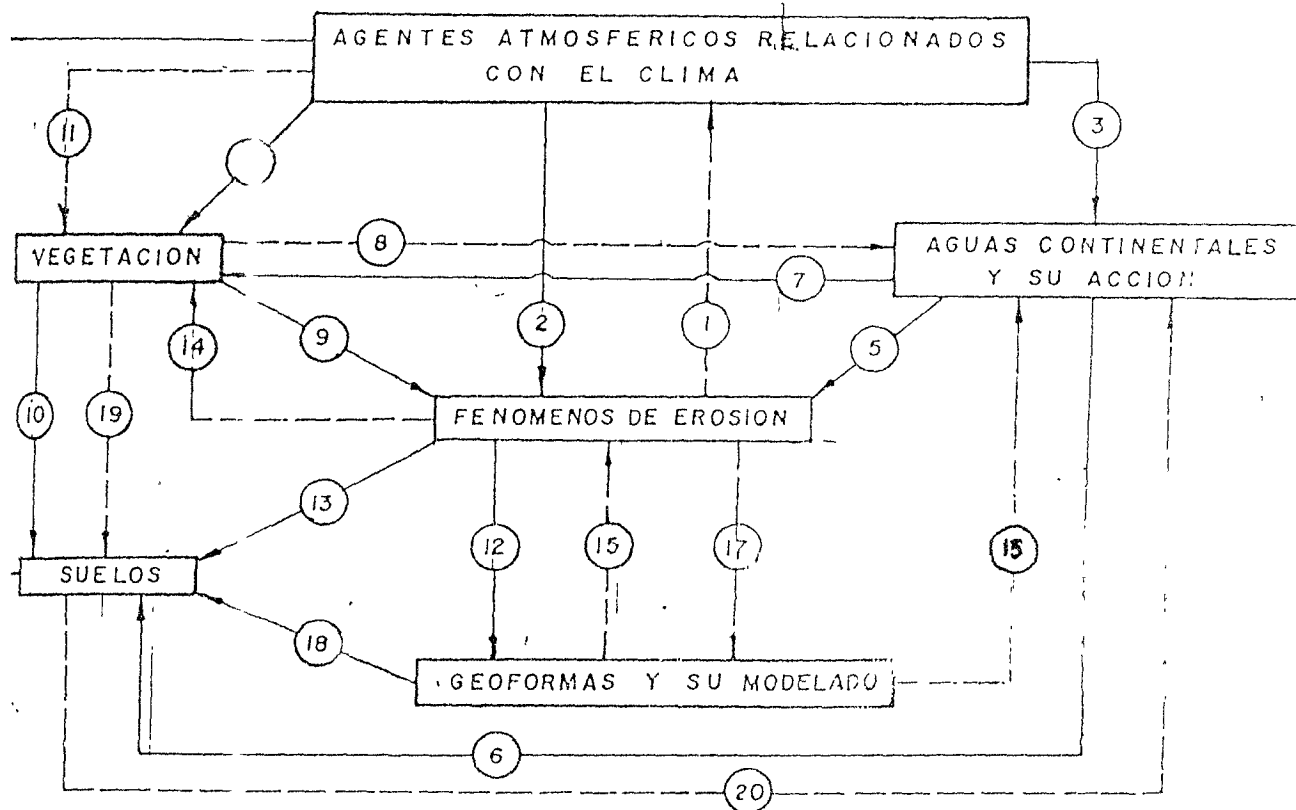


FIGURA 5 RELACION DE PROCESOS Y FACTORES EN LA EVOLUCION DE UN PAISAJE

(Tomado de Kinds, Geomorphology)

tipos de rocas ofrece una variada resistencia a los esfuerzos que han actuado o actúan en el área; esto, junto con las distintas formas en las que puede actuar la meteorización y la disposición estructural de las capas le dan al sector estudiado diversos grados de estabilidad.

**4.2.2 Formaciones residuales.** Estas son producto de la fragmentación mecánica o descomposición química (ambos procesos constituyen la meteorización). El tipo de meteorización, ya sea física o química depende del clima que predomina en la región. En general parece más importante la meteorización química debido a la gran humedad que predomina en algunos sectores. La desintegración se presenta en las partes más altas que han quedado expuestas por pérdida de la vegetación y es causada por la humedad que penetra en las fracturas de las rocas originando la expansión de las mismas y de esta manera causando la caída de rocas.

En el deslizamiento de la Vereda El Bosque (Umbita) la meteorización química sobre las arcillas de Socha ha provocado gran cantidad de cambios en su estructura interna.

**4.2.3 Erosión.**

#### 4.2.3.1 Sistemas de erosión y crisis climáticas.<sup>15</sup>

4.2.3.1.1 Biostacia. Las zonas que se encuentran en este estado, presentan un clima favorable para el mantenimiento de una cobertura vegetal continua. La humedad y la vegetación causan la alteración de las rocas, permitiendo el crecimiento de los suelos.

4.2.3.1.2 Rexistacia. En este caso las condiciones climáticas son difíciles para la vegetación, debido a largos períodos de sequía, fríos intensos y casi permanentes o ambas cosas a la vez; esto perjudica la vegetación y algunas veces la destruyen totalmente y en consecuencia, los agentes erosivos se vuelven activos. Los suelos son eliminados y no se vuelven a formar. Es decir el modelado está en plena evolución.

Las zonas pueden presentar cambios de un estado a otro, y esto es lo que está ocurriendo en la región estudiada, es decir, es un área que está pasando de una condición de biostacia a rexistacia. Lo anterior se debe básicamente a las bajas temperaturas en la mayor parte del año, a la gran humedad y al exceso hídrico superficial, que causan la saturación constante del

---

<sup>15</sup> HINDS, N. Geomorphology. Prentice - Hall, Inc. 1987. Pp. 46.

suelo, dejándolo expuesto a ser arrasado y dispersado, principalmente en áreas en las que no existe cobertura vegetal ni drenajes adecuados.

**4.2.3.2 Geoformas.** Dentro de ellas se clasifican los valles, llanuras, llanuras, escarpes, etc. Aunque la mayoría de ellas deben su acción a fuerzas subterráneas, tales como volcanes, escarpes de falla, etc.

Además de identificar las geoformas, es importante también estudiar los procesos que las generan; por ejemplo descubrir la diferencia entre valles creados por los ríos y los excavados por el hielo (entre cerros de origen eólico, volcánico o glacial); entre llanuras formadas por las olas o debidas a los ríos, etc. En general las geoformas pueden ser de tres tipos:

**4.2.3.2.1 Formas de erosión en sentido estricto.** Estas implican una determinada pérdida o retiro del material.

**4.2.3.2.1.1 Deslizamientos.** Los de la Vereda El Bosque, en el Instituto Técnico Agrícola y Jupal han dado origen a un modelado cóncavo en aquellas áreas donde se ha retirado el material. Dentro de la Vereda El Bosque, la masa en movimiento adquiere gran velocidad en épocas



de sí de alteraciones originadas por las desmenuces.

La mayor parte de la zona de estudio se encuentra afectada por reptación especialmente en los municipios de Tenangoque, Montaquemada y Tihena como consecuencia de las pendientes, la deforestación y en sí el tipo de material, ya que el tratamiento de arcillas, los diferentes cambios atmosféricos se contraen y expanden, originando grietas, que permiten el acceso de agua saturando el suelo e incrementando las fuerzas gravitacionales.

**4.2.3 2.1.2 Escarpes.** Han sido formados por meteorización o por deslizamientos. La combinación de la lluvia, las diaclasas y la meteorización producen caída de rocas principalmente.

El escarpe de mayor longitud y altura se presenta en las serranías de Proacho y Guadalupe.

En el sector de la carretera Tibant - Uabrité (parte limitrofa) se presentan este tipo de escarpes debido esencialmente a deslizamientos y secundariamente a explotaciones de canchales.

**4.2.3 2.2 Producidas por acumulación.** Han originado un

modelado onza, e.

**4.2.3.2.2.1 Coluvión.** Depositado en áreas de pendiente hasta de 30° esto y la gran abstracción del material que lo conforma, causa su reptación, el avance hacia la parte bajas genera concavidades y escalonamientos, a través de los cuales hay filtración de agua, esto con el tiempo permite el desarrollo de tensión, lo cual crea deslizamientos y hundimientos.

**TABLA 1. CLASIFICACION DE LA PENDIENTE TOPOGRAFICA PARA LADERAS**

0-2 Plana
2-5 Suavemente inclinada
5-15 Fuertemente inclinada
15-25 Montañosa
25-35 Muy montañosa
35 Escarpada

Estas laderas pueden clasificarse de acuerdo a la forma producida por Demel (1972) con base en la tabla 2, en el cual se tiene en cuenta la forma de la pendiente o ladera (cóncava, convexa o rectilínea), la disposición de los canales de drenaje (divergente, paralelo o convergente), y la pendiente topográfica de las laderas.

**TABLA 2. CLASIFICACION DE VERTIENTES SEGUN FORMA Y DRENAJE**

Perfil	Convexo (x)	Rectilíneo (R)	Cóncavo (V)
Divergente (d)	x(d)	R(d)	V(d)
Paralelo (p)	x(p)	R(p)	V(p)
Convergente (c)	x(c)	R(c)	V(c)

Según las anteriores tablas, los taludes sobre las cuales se encuentra el coluvión, se clasifican como x(p), con una pendiente variando entre suavemente inclinada a vertemente inclinada.

**4.2.3.2.2 Talus.** Conformados por los grandes bloques de roca, de caliza o arenisca que se desprenden de los escarpes; se denominan así, por su aspecto contenido de matriz; matriz- que el coluvión lo conforman fragmentos filicos embebidos en una matriz arenolimosarenalosa. En aquellas áreas donde se ha interrumpido la acumulación de los bloques, se ha desarrollado una vegetación de pequeño robustos.

**4.2.3.2.3 Relieve debido a la tectónica.** Este tipo de relieve es ocasionado por fuerzas endógenas en los procesos orogénicos.

La zona de estudio se encuentra ubicada en un área muy activa, desde el punto de vista tectónico todas las fallas siguen un rumbo SE; la más importante es la

fallo de Tiberón; debido a la compresión que producen estos fallas, el sector se caracteriza por presentar una baja estabilidad.

**4.2.4 Dinámica fluvial.** El estudio de las redes hidrográficas es de gran interés en la geomorfología. La densidad de drenaje, ayuda a caracterizar los terrenos de acuerdo al grado de permeabilidad. Así por ejemplo, los terrenos permeables, presentan una red amplia; entre los más permeables están las calizas, debido a su estructura y solubilidad. Los terrenos impermeables, tienen en cambio, en áreas donde la humedad existe una red hidrográfica muy alta. Las arcillas y rocas cristalinas se encuentran entre los materiales más impermeables.

En la zona estudiada, los principales cauces son el Río Turmeque y el Río Jenesano, los cuales corren de Norte a Sur.

El Río Turmeque tiene un recorrido aproximado en la zona de 0 km; hacia este río vierten sus aguas varios ríos de direcciones SE y NW, tales como el Río Ventaquemada, el Río Albarracín, el Río Nuanche y el Río Lebrija.

Por otra parte, el Río Jenevano, con una longitud aproximada de 9 Km (en la zona), recibe las aguas de la quebrada Los Paites.

Finalmente, las aguas (Jenevano y Tirocoquí) unidas en su cauce, forman el Río Barigón.

El patrón de drenaje establecido es el conditico, el cual es un patrón erosional característico de zonas con grandes pendientes.

#### 4.3 CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICA DE LA ZONA

Para analizar el estudio geomorfológico, se realizó una zona de estudio del área (Anexo 1, 2, 11, 15 y 17; mapas geomorfológicos de los 5 municipios). Para ello se tuvieron en cuenta áreas de constitución litológica semejantes, zonas en las cuales se puedan producir degradaciones y/o degradaciones similares. En esta delimitación se empleó el mapa geológico, fotografías aéreas y los cuatro parámetros analizados en el presente capítulo. Con lo anterior se obtuvieron cinco zonas que se describen a continuación.

Zona 1. Sector constituido por rocas que presentan la mayor resistencia tanto a los escurrimientos como a la

aparición de microfraziones. Litológicamente se encuentran  
 conchas de *Chama*, *Stomatopora* y *Hydrobia*.

La profundidad varía entre cuarenta y cincuenta centímetros  
 desde el borde superior, aumentando a 100 cm. en la zona de  
 mayor productividad; dentro de esta zona se agrupan las  
 formaciones Sacha Inferior, Luchales, Candelup, Galleta  
 y Filotea.

Zona 2 Se caracteriza por presentar rocas de  
 constitución predominantemente plásticas, lo que permite  
 la rotación de los agentes erosivos y de desgaste  
 de las rocas. Se encuentran varias zonas de pendiente  
 entre 10 y 20 grados inclinada a nivel del mar; este y su  
 comportamiento litológico le dan una estabilidad muy baja.  
 En esta zona se encuentran rocas de las formaciones  
 Dueda, Concentración, Sacha Superior, Galleta y  
 Churrua.

Zona 3 Constituida por fragmentos liticos en una  
 matriz arenosa-limoso-arcillosa. El depósito se  
 produce por rotación meteorizada y de los suelos que han  
 sido removidos. Presenta las mismas características de  
 pendiente de la zona anterior. El terreno es afectado  
 por procesos de reptación y hundimiento, es decir es  
 una zona de alta inestabilidad.

## 5. HIDROLOGÍA

### 5.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA EN EL ESTUDIO

Entiendo la hidrología la ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza y su evolución en la superficie de la tierra y bajo el suelo en tres estados, sólido, líquido y gaseoso, de relevancia importante en la introducción dentro de cualquier estudio de amonías, puesto que incluye bajo su campo de acción aspectos concernientes al control y el uso del agua; si bien, no se puede afirmar que es una ciencia totalmente exacta por la gran variedad de modelos matemáticos desarrollados hasta el momento para justificar el comportamiento de variables de tipo hidrometeorológico, se proponen los elementos fundamentales que permitirán establecer por lo menos ciertos rangos de comportamiento actual.

En el presente estudio se tiene en cuenta la precipitación como único y principal factor actuante ya que por su extensión y poca información acerca de la

comportamiento, humedad relativa, evaporación y transpiración, que es imposible obtener, el ciclo hidrológico.

Existen métodos que a partir de dos relaciones con datos hidrometeorológicos se interpolan para llegar a datos aproximados de temperatura, humedad relativa, evaporación y transpiración; desafortunadamente para la zona solo se tiene una de tales relaciones y resulta inadecuada y no práctico elaborar un ciclo hidrológico con tales características.

## 5.2 GENERALIDADES

5.2.1 Precipitación. Es de vital importancia establecer el régimen de lluvias y su relación con los deslizamientos. MORRIS, J. y EBLAVA, J.<sup>19</sup> proponen una hipótesis y se refiere al hecho de que existe una cierta relación a través del tiempo, entre los movimientos del terreno y el microclima presente en la región, con precipitaciones elevadas y secuencias de este mismo tipo acción de quiles oídas que tienden a alterar las propiedades del suelo.

Para el estudio del comportamiento de los deslizamientos se debe tener en cuenta:

<sup>19</sup> MORRIS, J. y EBLAVA, J. A. Op. Cit. Pág. 13.

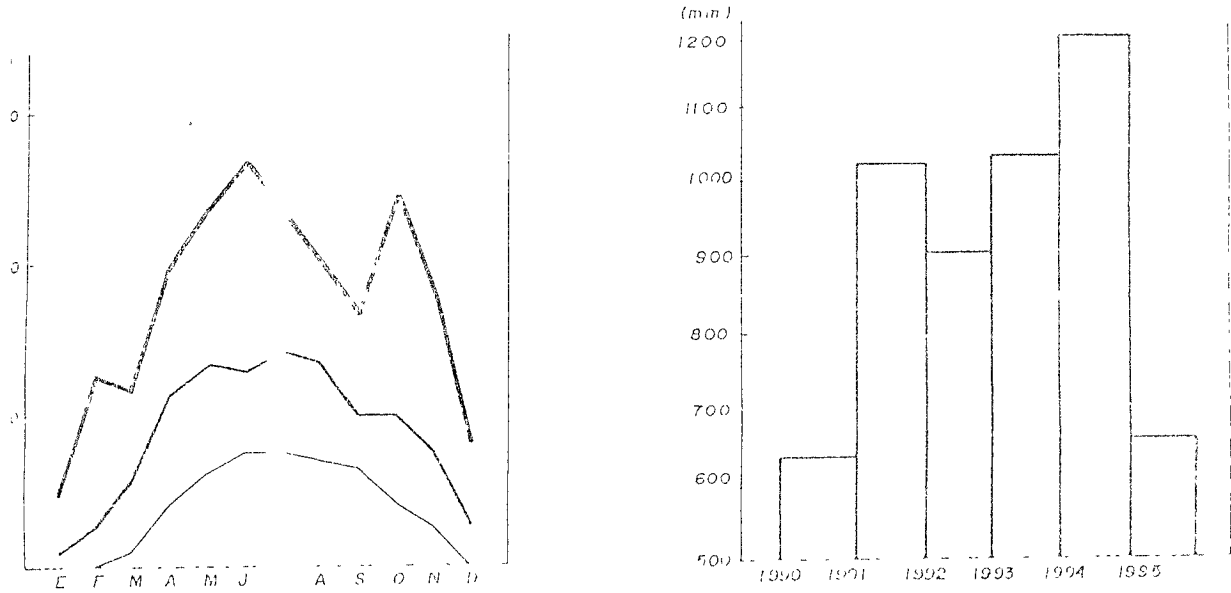


precipitaciones se dispuso de información obtenida del IGM (Regional Boyaca), mediante datos de las estaciones pluviométricas de Funchoque, Pachevilla, Ubalá y Montequemadá (Figuras 6 y 7, distribución de precipitación).

**5.2.1.1 Comportamiento General.** De acuerdo con lo observado en las figuras, las lluvias durante el año responden a un comportamiento consistente en una temporada lluviosa de ocho meses con precipitaciones superiores a los 200 mm/mes, que comienzan desde abril hasta noviembre, con ligeros decaídos en los meses de julio y septiembre. Los cuatro meses restantes corresponden a una época de relativo verano. En cuanto a la variación multianual se pueden establecer periodos de cinco años consecutivos en los cuales se presenta un aumento en el total de la precipitación anual hasta 1994, para luego bajar intempestivamente en el año de 1995. Los meses más lluviosos son mayo y junio con un valor promedio de 400 mm cada estación; los meses menos lluviosos son enero y febrero con 90 mm.

**5.2.1.2 Distribución.** Con base en la información obtenida de las estaciones anteriormente mencionadas, se elaboró el mapa de Isoyetas (Anexo 22).

a ESTACION DE UMBITA



b ESTACION DE VENTAQUEMADA

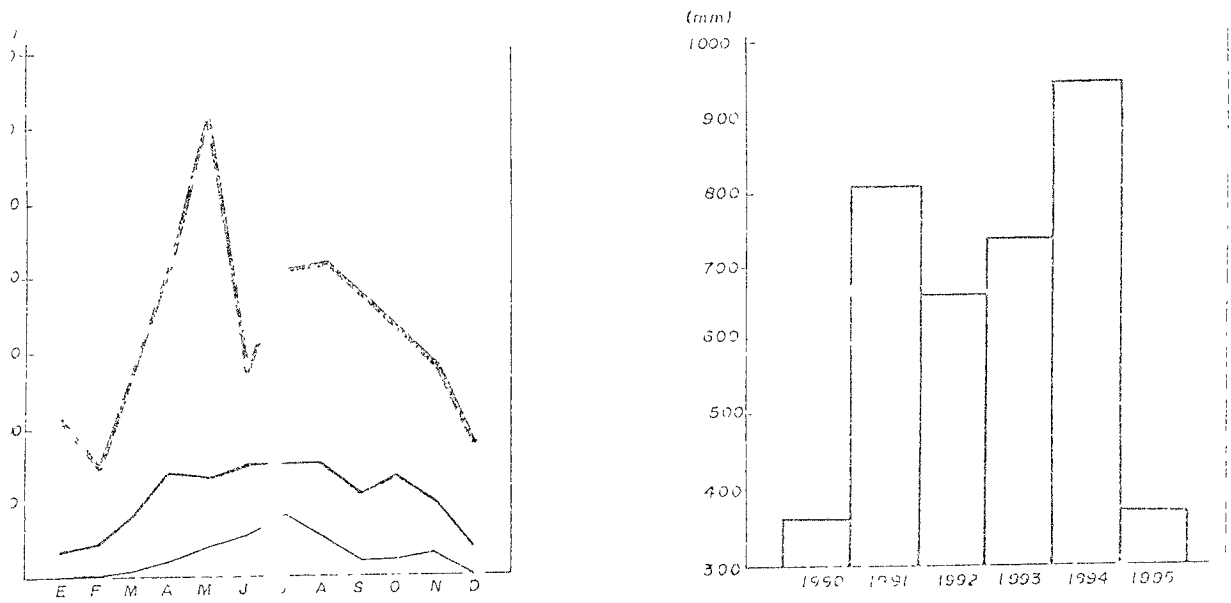
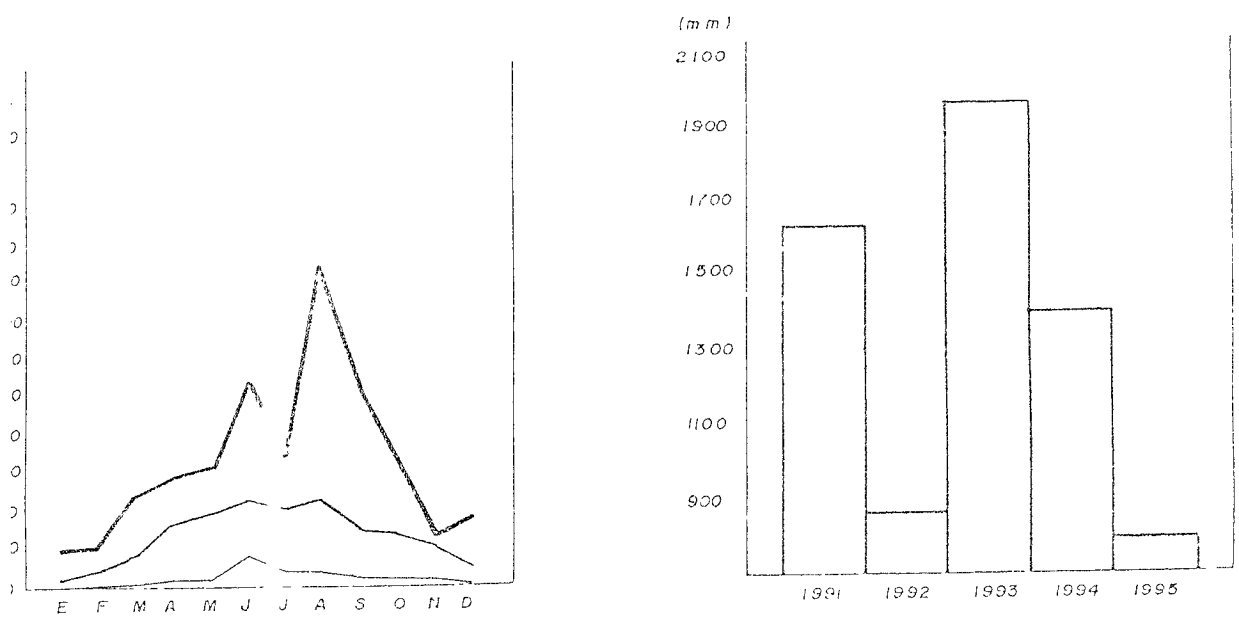


FIGURA 6. DISTRIBUCION DE PRECIPITACION

c. ESTACION DE PACHAVITA



d. ESTACION DE TURMEQUE

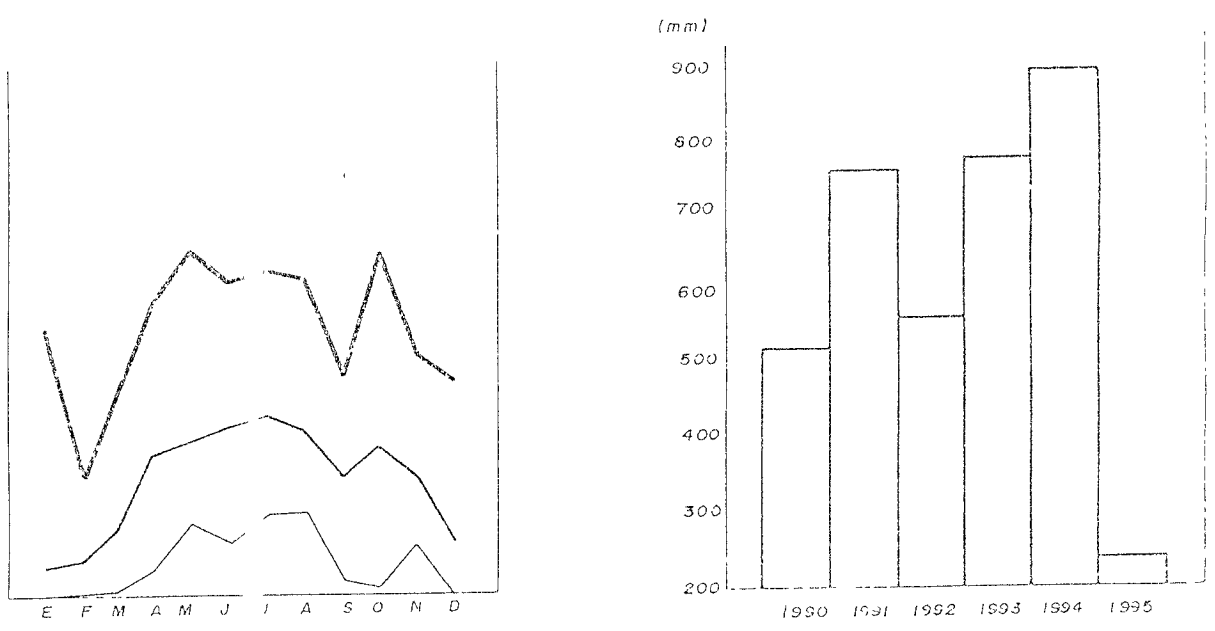


FIGURA 3. DISTRIBUCION DE PRECIPITACION

**5.2.1.3 Influencia del agua en la estabilidad de los taludes.** La ocurrencia de eventos meteorológicos por el efecto de fenómenos climáticos produce cambios en el comportamiento de una ladera, tanto a largo plazo, en pequeña y gran escala. La importancia de tener en cuenta el tipo de eventos en la evaluación de la estabilidad está en que permite identificar las formaciones que pueden alterar el comportamiento geométrico de los taludes mediante procesos químicos y/o físicos.

La formación de rocas sedimentarias y del suelo presentes en la región, se debe en gran parte a la influencia del agua, su efecto dinámico en procesos geomorfológicos de erosión, transporte y deposición de sedimentos, siendo responsables de las condiciones topográficas y morfológicas actuales. Estos procesos se pueden explicar mediante el modelo mostrado en la figura 3, en el cual se identifican tres zonas de talud:

**Zona 1.** Gradiente hidráulico moderado a bajo, en el interior del talud el agua se esparce con lentitud, al empinarse el talud va entrando el flujo superficial y subterráneo generalizado. Esto principalmente es característico en zonas con pendientes suaves o onduladas.



FIGURA 8. Modelo de acción del agua en laderas.

Zona 2. Gradiente hidráulico alto, el agua infiltrada va fluyendo desde las partes altas, se incrementa la presión de percolación, el agua superficial adquiere mayor velocidad y forma incisiones y entalladuras (erosión  $\gg$ ), las pendientes son moderadas.

Zona 3. Gradiente hidráulico bajo, la circulación del agua subterránea depende del nivel freático, las corrientes de agua pueden erosionar o sedimentar en crecientes dependiendo del poder de arrastre y de la estabilidad de la ladera superior.

El modelo permite definir los mecanismos que incluyen

su la responsabilidad, además de comprender el proceso  
de tomar todas las mejores condiciones de la formación del estado  
del sistema.

## 6. HIDROGEOLOGIA

Esta ciencia estudia las aguas subterráneas, formas en que se manifiesta, dinámica e interacción con la corteza terrestre, génesis, composición y propiedades. La porosidad es la relación existente entre el volumen de poros y el volumen total de la roca. Esta puede ser primaria o secundaria: la primaria es la originada en el tiempo de formación del material. La secundaria es la adquirida por el material mediante procesos fisico-químicos o fenómenos tectónicos, como fallas, fisuras diaclásicas y horaduras por disolución. La permeabilidad de una roca es la capacidad de la misma para permitir la circulación de un fluido a través de ella bajo un gradiente hidráulico.

Entre la porosidad y la permeabilidad no hay una relación directa ni constante, puesto que para un mismo valor de permeabilidad la porosidad puede variar ampliamente. En general toda roca permeable es porosa, pero toda roca porosa no es permeable.

La permeabilidad y la porosidad son las principales características que controlan la infiltración en las rocas.

La infiltración se conoce como el movimiento del agua a través de la superficie del suelo hasta el interior de la tierra, por efecto de la gravedad y por las características señaladas anteriormente. De acuerdo con su capacidad para contener agua y permitir el flujo a través de ellas, las rocas se clasifican en acuíferos, acuíferos y acuíferos. Un acuífero puede ser libre o confinado. El libre es una formación geológica que permite el flujo subterráneo o la posición abastecida. Un acuífero confinado es una formación geológica que dispone de sedimentos impermeables que separan el agua de la situación directa de la presión atmosférica. Un acuífero es aquella formación geológica que almacena agua, pero que no la transmite. Un acuífero es una formación geológica que no transmite ni almacena agua.

## 6.1 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA DE LAS FORMACIONES

Para hacer una clasificación en términos cualitativa, se le da a la formación aflorante en la zona de estudio un grado de permeabilidad relativa; teniendo como base



la 1.ª Sección constituyente de la formación. (Ver anexos 2, 6, 10, 14 y 18); mapas geológicos de los municipios.

#### 6.1.2 Permeabilidad baja.

6.1.2.1 Formación de Arcillas de Sacha. Se considera una formación impermeable debido a la composición esencialmente arcillosa con esporádicas zonas arenosas muy compactas de grano fino.

6.1.2.2 Formación Concentración. Presenta intercalaciones de areniscas masivas, las que debido a su estructura constituyen un acuífero de carácter local ya que la mayor parte de la formación es impermeable.

6.1.2.3 Formación Guaduas. Presenta capas de areniscas poco compactas que pueden contener pequeños acuíferos locales, pero es una formación impermeable debido a su constitución predominantemente arcillosa.

#### 6.1.2 Permeabilidad media.

6.1.2.1 Formación Churuvita. Constituida esencialmente de areniscas y calizas. Se considera de permeabilidad

media, debido al empalmamiento de las arenitas y a la disolución de las arcillas.

6.1.2.2 Formación Conajo. La conformación de esta capa de arenitas, shales, negros intercalados con limolitas compactas y gruesas capas de caliza. Así como que la formación obtiene, por el fracturamiento en las arenitas, calizas y por la disolución de estas últimas se considera de permeabilidad media.

6.1.2.3 Formación Bogotá. Compuesta principalmente por banco grueso de arenita de grano medio a grueso intercalado con bancos de arcillas amarillentas. La estructura celular de la Formación Bogotá no da pie para un coeficiente de permeabilidad alta, por tanto se nivel en medio.

6.1.2.4 Formación Tibatá. Conjunto formado por capas de grava, arcillas, arenis y esporádicas limolitas con un espesor bastante apreciable. La alta permeabilidad no permite el flujo constante del agua más en cambio la presencia de gravas lo acentúa.

### 6.1.3 Permeabilidad alta.

6.1.3.1 Formación Socha. Se considera de permeabilidad

allas, debido a que la constituyen areniscas masivas muy compactas que por su gran fracturamiento han adquirido una permeabilidad secundaria.

**6.1.3.2 Formación Picacho.** Constituida en su parte inferior por areniscas masivas de gran grueso, pero compactas e intensamente fracturada. Es decir, esta parte es de alta permeabilidad; en tanto que su parte superior es de permeabilidad mediana debido a su composición predominantemente arcillosa intercalada con areniscas masivas y porosas.

**6.1.3.3 Formación Guadalupe (Areniscas de Labor y Tierna).** Todos miembros del grupo Guadalupe se consideran de permeabilidad alta, por constituirse de areniscas masivas duras de gran tamaño y compactas que a su vez la hacen muy favorable para formar acuíferos.

**6.1.3.4 Soluciones Recientes.** Por su constitución de grandes bloques de areniscas y calizas en una matriz arenolítica arcillosa, poco consolidada, hace que sean excelente cuerpo almacenadores de agua, y por tanto se les asigna una permeabilidad alta.

## 7. SISMICA

La ocurrencia de movimientos sísmicos, según Blyth y de Freitas (1974) se debe a la liberación de energía potencial de deformación acumulada que trae como resultado la transmisión de ondas sísmicas a través del terreno, estas ondas producen aceleraciones rápidas y generan cargas dinámicas que frecuentemente desplazan el suelo sobre el. Las cargas dinámicas afectan al terreno en dos formas:

a. Incremento en el esfuerzo cortante que se desarrolla en el contorno del talud (estímulo externo).

b. Aceleramiento rápido de la rotación de varios del macromaterial permitiendo que se desarrollen elevadas presiones de poros (estímulo interno).

El resultado de estos dos estímulos es la rápida reducción en la fricción de los materiales. Los factores geológicos que tienen más importancia en el

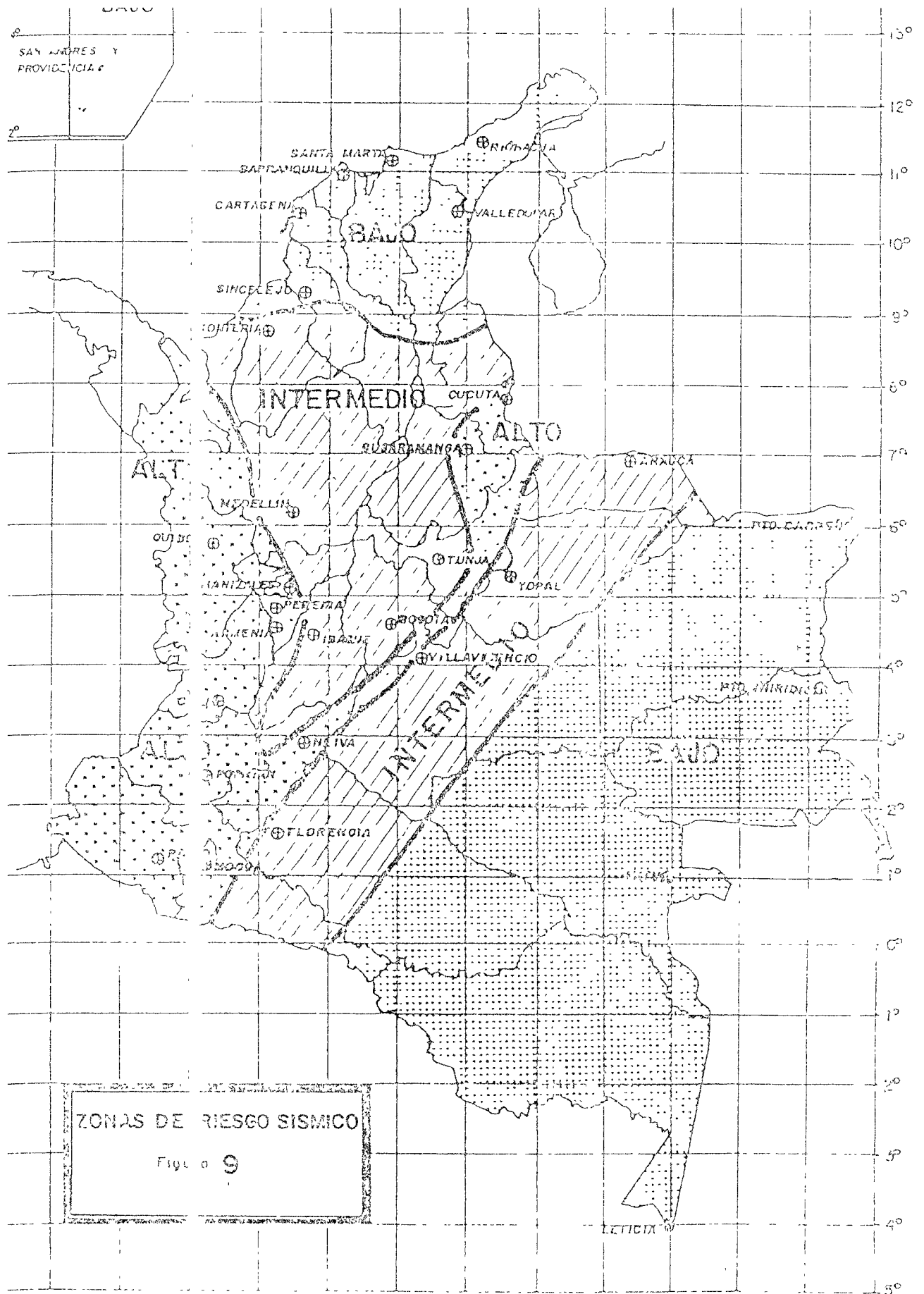
malvivir 2004

- a. La intensidad de la aceleración en la Zedera.
- b. Base de la aceleración sísmica.
- c. Respuestas dinámicas de los muros con orientados.

El Instituto Geofísico de los Andes, con base en el registro de todos los sismos ocurridos en Colombia, ha elaborado el Mapa de Riesgo Sísmico (Figura 12).

Varios de estos sismos han tenido epicentros en Boyacá. El área de estudio se ubica en una zona de riesgo sísmico alto, lo cual se debe al intenso tectonismo presente (falla de Tibundío), que hacen de esta zona apta para el origen y transmisión de sismos. Además de lo anterior en esta zona hay influencia del Sistema "Nudo de Bucaramanga", que se ubica a  $3.11^{\circ}$  al oeste y  $6.85^{\circ}$  al norte a una profundidad de 1000 m con un área epicentral de 4 a 5 km de diámetro.

Para las condiciones geológicas presentes en la zona de gran actividad tectónica, el riesgo sísmico se ha establecido como alto, según el mapa presentado en el Código Colombiano de Construcción (Código de Edificios).



ZONAS DE RIESGO SISMICO  
 Fig. 9

## B. EROSION

Este tipo de erosión es de mucha importancia en el análisis de amenazas de determinado sector, ya que el suelo se encuentra en constante deterioro los atacado por elementos naturales con fuerzas destructoras que causan cambios a nivel de la morfología defendiendo de la insostenibilidad del área. (Ver anexos 3,7,11,15 y 19; mapas geomorfológicos de los 5 municipios)

En la zona de estudio desafortunadamente la vegetación nativa ha sido arrasada casi en su totalidad para adecuar las tierras a cultivos de tubérculos, frutas, etc.; o simplemente para asentamientos humanos.

La falta de una enseñanza ecológica y de conservación, no permite identificar las verdaderas causas de los deslizamientos, ya que en su gran mayoría los accidentes como ejemplo se deben a la tala indiscriminada de forestación.

### 3.1 CLASES DE EROSION PRESENTES

6.1.1 Erosión por flujo sub-superficial. Se producen áreas de depósitos bajo la capa vegetal, gruesa y consolidada, asociado principalmente a fenómenos de inestabilidad. El agua fluye bajo una zona permeable subsiguiente a la cobertura vegetal, que puede existir en vertientes muy húmedas. Estas condiciones se presentan en las partes altas, con un espesor de suelo moderado superficial y profundo donde tienen lugar deslizamientos superficiales, como los presentados en la Vieda El Bosque.

6.1.2 Erosión por acción de las aguas corrientes. Las aguas corrientes producen erosión (socavación) y depósitos (sedimentación) de materiales, que característico de ríos en etapa juvenil y madurez. En el primer caso, el cauce arrastra materiales tipo cuarcitas (depósitos aluviales), observando las mesetas de las quebradas como ocurre en la Jarra del río Turmalón, Tibaná y otras quebradas que atraviesan depósitos aluviales. En estos casos ocurren lugares de remoción en masa hasta las microeras. El segundo caso se refiere en aquellas corrientes que están en etapa de madurez, en la cual hoy tienden a ser menos eficientes dando lugar a zonas de depósitos.

6.1.3 Erosión por acción antrópica. Esta es, como se



añadió al crecimiento de este capítulo, una de las más importantes por su acción devastadora. La falta de localización en los cultivos también influye de manera activa permitiendo la rápida colmatación de ríos y quebradas.

## 6.2 CONTROL DE EROSION

**6.2.1 Sellado de grietas.** Constituye una de las prácticas más comunes contra la entrada de agua adicional lo cual además de evitar las presiones, reduce la infiltración de agua que va a saturar y ablandar los suelos de zonas más profundas de la masa inestable. Esta medida es evidentemente necesaria en el área de Uchilla y Tabaná, en cada uno de estos sitios indicados con problemas de inestabilidad y principalmente los deslizamientos de El Bosque y el Instituto Técnico Agrícola de Umbico; como una medida para evitar el progresivo avance del movimiento en forma recurrente.

El procedimiento es sencillo de realizar y es fundamental la colaboración de los campesinos de la zona. Se lleva a cabo utilizando material existente en el área, principalmente arcilla, la cual una vez colocada dentro de las grietas y convenientemente

compartir, que sea una barrera impermeable evitando la penetración del agua. En los casos en que persista el movimiento de fallo en el terreno se rompe con facilidad el sello de arcilla colocado en las juntas, en esos casos repetir la operación cuantas veces se requiera.

**8.2.2 Técnicas de bio-ingeniería.** Según Boltrán (1982) consiste en una de las técnicas eficaces para el control de la erosión y estabilización de deslizamientos superficiales, dependiendo de las condiciones físicas y naturales por una parte, y del factor antropico por la otra. En los primeros se destaca la topografía montañosa o escarpada, las condiciones geológicas de fracturamiento y meteorización, el elevado nivel de las precipitaciones, la elevada humedad relativa y la infiltración de las aguas de escorrentía. En lo que se refiere a las condiciones antropicas, se destaca la erradicación progresiva de la vegetación nativa, la falta de obras de drenaje en las vías y caminos de acceso a diferentes zonas; y las excavaciones inadecuadas para la construcción sin tener en cuenta conceptos sobre la estabilidad de taludes.

Según Geyer y otros (1982), las herbáceas actúan contra

La erosión produce también los siguientes efectos:

- \* Retención de partículas de suelo.
- \* Retardo o disminución de la velocidad de escurrimientos.
- \* Mantenimiento de la porosidad y permeabilidad del suelo.
- \* Disminución del contenido de la humedad por efecto de la transpiración demorando los niveles de extracción.

En el mismo texto en mención se indican algunas formas en que la vegetación arbórea afecta la estabilidad de un talud:

- \* Las raíces ofrecen un refuerzo estabilizando los esfuerzos cortantes del suelo a esfuerzos de tracción en la raíz.
- \* Los troncos ofrecen un refuerzo estabilizando los esfuerzos cortantes del suelo a esfuerzos de tracción en la raíz.
- \* Modificación de la humedad del suelo debido a la captación de humedad por parte de la cobertura vegetal antes de su infiltración.
- \* El peso propio de la vegetación puede llegar a estabilizar o desestabilizar un talud, dependiendo de la pendiente del mismo y del tipo de suelo.

5.2.2.1 Siembra en taludes con canales sobre curvas de nivel. Se trata de sembrar semillas en el cuerpo de un talud en dado, previa adecuación de suelo mediante emparrillado, ralloado de gruelas, abonado y excavación de surcos siguiendo las curvas de nivel. Para taludes verticales, se recomienda la construcción de una zanja de interceptación con el fin de captar las aguas de escorrentía y conducir las hacia el drenaje natural de la ladera. Su diseño se fundamenta considerando el caudal máximo por área afluente del cruce luego de producir una precipitación con un período de retorno dado (Ilustración de diseño).

Se excavan surcos en forma de "V", con una profundidad de 10 cm, un ancho de 8 cm siguiendo las curvas de nivel con una separación entre ellas menor de 1 m medida sobre la cara del talud. Su objeto es interceptar las semillas que sean arrastradas por las aguas de escorrentía, luego de ser dispersadas sobre el talud. Para su excavación se puede utilizar un cincel de excavación manual o manualmente.

Teniendo en cuenta las especies que se siembran y sembrar, se requieren abonos específicos, acorde también con las inclinaciones minerales del suelo.

Para la siembra se recomienda humedecer previamente el suelo, con el ánimo de garantizar la adherencia de las semillas. Las semillas deben ser distribuidas en porcentajes de peso por área de acuerdo a las recomendaciones para cada especie. Para estas últimas se recomienda la mezcla de gramíneas y leguminosas, ya que producen un buen follaje. La siembra de arbustos y árboles se realiza en una etapa posterior, si se desea obtener un mayor grado de estabilidad. Se recomienda también ejecutar la siembra durante los meses de diciembre y enero, para que las plantas no sean susceptibles de ser arrastradas por las aguas lluvias.

**5.2.2.2 Surcos de entretrejido (Fajinas).** Consisten de atados de material vegetal colocado en trincheras o surcos profundos que son excavados siguiendo las curvas de nivel del terreno, logrando con ello una disipación en la pérdida de energía y facilitando la infiltración del agua e incentivando el crecimiento de una vegetación.

El procedimiento comienza con un estudio previo sobre la construcción de zanjales de contención, sellado de grietas, conformación del talud, construcción de muros de contención y determinación del espesor de suelo agronómico para definir la distancia en las partes

de las alcantarillas a la Vía para mejorar la estabilidad y  
la eficiencia del drenaje superficial.

## CONCLUSIONES

1. La evaluación efectuada mediante el estudio, permitió delimitar aquellas zonas que presentan gran amenaza y a la vez sirve como base para la planificación urbana de los distintos municipios que abarca.
2. El efecto erosivo fue uno de los factores más incididos dentro de los fenómenos inestables, como consecuencia de la tala de bosques y el inadecuado manejo de las aguas superficiales.
3. En la zona de estudio afloran formaciones poco estables desde el punto de vista geotécnico, como por ejemplo las formaciones Graduas y Arcillas de Socha entre otras, que presentan gran sensibilidad ante cambios atmosféricos.
4. Es importante tener en cuenta la actividad tectónica del área ya que se encuentra afectada por fallas como es el caso de Umbita y Tibaná, la falla de Tibaná

que afectan a ambos municipios son los ruidos, aquellos de la ciudad y los que la circundan.

5. Son muy variados los movimientos en masa identificados, pero sobresalen por su alto grado de amenaza los de las unidades El Bosque, Copal y Comarcas La Unión; todos del tipo regresivo. El tipo de desplazamiento más común en el área es el de Rotación.

6. Los fenómenos de inundación en la zona se restringen al valle que atraviesa el Río Turmequé, que delimita los municipios de Turmequé y Nueva Colonia.

7. La afectación de terrenos de labor para cultivo, ha dado lugar a la desertificación gradual de los terrenos, y más cuando estos sembrados se practican en laderas de pendiente.

8. Para efectos prácticos del estudio, solo se tuvieron en cuenta aquellos movimientos que involucran un área de suelo o zona importante y que afectan directamente viviendas, caminos, vías, etc.

9. El régimen de precipitación en el área es mediano a elevado, pero es imprescindible tener en cuenta que aunque no se tienen valores de infiltración, la gran



y, además, el siguiente procedimiento, el cual permite el momento a momento de los desplazamientos:

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el estudio detallado de aquellos deslizamientos que presentan un estado avanzado de inestabilidad.
2. Las medidas correctivas deben ser tan lo posible económicas y además contar con el concurso de los habitantes, para así concientizarlos del problema hacerlos parte de la solución.
3. Se aconseja en el evento de efectuar trabajos de reforestación acudir a técnicos que trabajen y especifiquen las especies y zonas a reforestar.
4. Se debe recomendar a los alcaldes de las poblaciones aquellas zonas críticas, las cuales en lo posible deben ser reubicadas, / no permitir la construcción de viviendas en los anotados sectores críticos.
5. Se recomienda el empleo de geotextil / estabilización

con material fino en la base y grueso en el techo, en aquellas zonas de evacuación de aguas.

6. Con el fin de evitar la erosión en aquellos deslizamientos graves, se aconseja tratar de nivelar el talud y recubrirlo con coquepedones de pasto.

7. Una de las medidas inmediatas a llevar a cabo es la de evacuación de aguas estancadas en grietas y en general charcos; conduciéndolas a través de pasto.

8. Con el tiempo es posible realizar un monitoreo mediante puntos fijos de cada deslizamiento, y así evaluar las medidas correctivas tomadas.

9. En el momento en que se empiecen trabajos de estabilización, se aconseja iniciar por aquellos que afecten colegios y vías principales.

## BIBLIOGRAFIA

BELTRÁN, J.L. Técnicas de Rio Ingeniería para la Estabilización de Taludes. Seminario sobre Inestabilidad de Taludes M.O.P.T. Bogotá, Abril de 1971.

BELTRÁN, J.L., CORDOBA, G.A. El Uso de la Vegetación en la Estabilidad de Taludes. Primer Simposio Suramericano de Deslizamientos. S.A.G. Tapa Colombia. 1988.

Código Colombiano de Construcciones Sismorresistente., Artículo 6.2.4.1. Tipos de Perfil de Suelo. Esquemas 6-21 / 6-22.

U.S.G. Suelos del Departamento de Boyacá. Subdirección Agrícola. Bogotá. 1984.

REYES, J. Geografía de la Región Tucumán-Sucumbes.  
Esc. de Geog. Tucumán, U.N.C., 1984.

THORNBURY, W. Principios de Geomorfología. Kapeluz,  
Buenos Aires, 1970.

**RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD  
EN CAMPO**

# EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO

## CONDICIONES DE LA ZONA

1. EQUILIBRIO ACTUAL				
A. Estable (0)		B. Estricto (1)		C. Critico (2)
2. EVOLUCION				
A. Nula (0)		B. Progresá (1)		
3. TOPOGRAFIA				
A. Suave menor de 10° (0)		B. Media 10° - 30° (1)		C. Fuerte mayor de 30° (2)
4. VOLUMEN (m <sup>3</sup> )				
A. Menor de 10 (0)		B. 10-100 (1)	C. 100-1000 (2)	D. Mayor de 1000 (3)
5. DAÑOS POSIBLES				
A. Humanos		B. Materiales		
si (3)	no (0)	ligeros (2)	medios (3)	catastrofos (3)

0-4 RIESGO DEBIL (R 0)  
 4-8 RIESGO MEDIANO (R 1)  
 8-12 RIESGO ELEVADO (R 2)  
 12-16 RIESGO MUY ELEVADO (R 3)



DRENAJE: Desordenado y bastante superficial  
 Ficial

VEGETACION: Escasa, la poca que existe se presenta especialmente hacia flancos

MECANISMO DE FALLA: Movimiento de Tierra sobre plano de falla es poco perceptible. Presenta un tipo de control i-fund y poca compresión fundamentalmente controlable

CONDICION DE ESTABILIDAD: Es un movimiento de VO presenta socavacion en la base al cese del 1to. quebranta Grande. Hay de gran importancia en el coron. que afecta al tráfico por la curvatura. Asimismo también con el pasar la inclinata quebrada

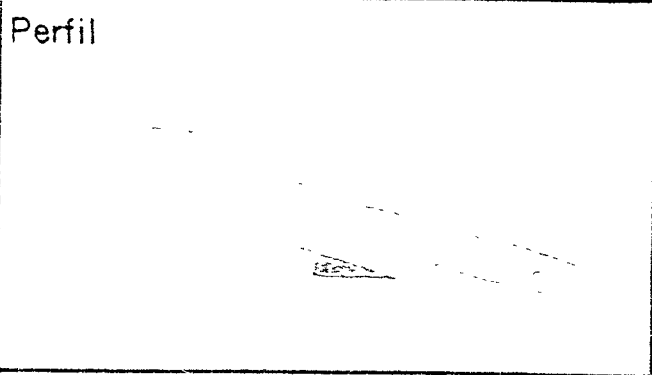
PROBABLES CAUSAS: Inclinación de la puzca, socavacion durante y de pas. de la con. direccion de la carretera

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Darse el plan de falla mediante que el estudio y realizar el volumen de trabajo en el momento y cumplir todo lo que el estudio y drenaje superficial

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver tabla 3  
 1C-2B-3C-4D-5A(5)-5B(10-10-F10)  
 Evaluación total = 44 STAD: RIESGO NO EVALUADO

OBSERVACIONES:



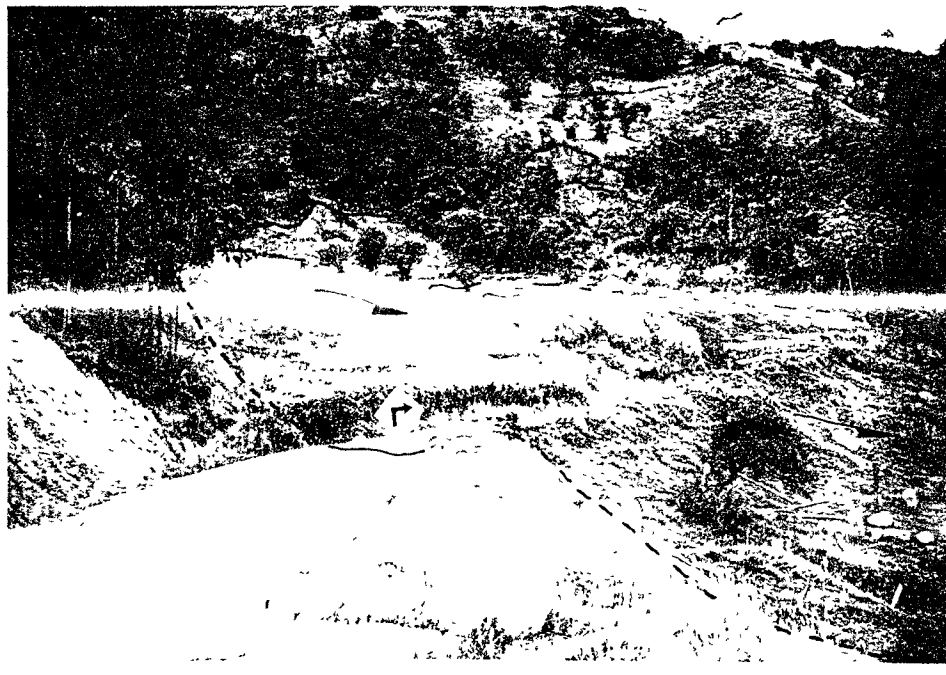
Longitud (m): 30  
 Ancho (m): 12  
 Volumen (m<sup>3</sup>): 1020  
 Coordenadas:  
 X: 1060 m  
 Y: 1069 m

LOCALIZACION: 3.5 km por la vía principal que conduce de Nueva Andes a Tumbaco

GEOLOGIA: Depósito cuaternario y antiguo de la gran falda (con vertiente hacia el N-E)



RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD TIPO N° 2 FECHA: 25/11/2011



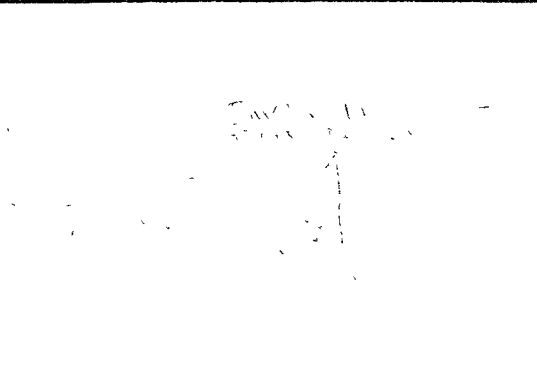
DRENAJE: su drenaje es de ordenado, presentan infiltraciones en toda la superficie.

VEGETACION: su estado positivo es moderado y concentrado.

MECANISMO DE FALLA: Reptamiento excepto en forma de pliegues con respecto a otros: deslizamiento circular presenta grietas tensionales en la corona.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Es un deslizamiento activo que amenaza con destruir la V y con destruir una edificación. El diseño de gaviones no fue la solución y en cambio incrementa los efectos.

Perfil



Longitud (m): 60

Ancho (m): 30

Volumen (m<sup>3</sup>): 460

Coordenadas:

X: 10° 30'

Y: 78° 15'

PROBABLES CAUSAS: Depósito poco consolidado y deforestado que incrementa el riesgo de deslizamiento debido a infiltración.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: se debe efectuar excavaciones para reducir peso excesivo, trabajos de drenaje y terracería.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Aproximadamente 2 km de la V principal que sale de A. en la zona de...

GEOLOGIA: Depósito de arena y arcilla con algunos bloques de roca. La textura de los materiales es...

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
1C-2B-3B-4D-5A(GI)-5B (catastrófico)  
Velocidad total: 13 319 RIESGO MUY ELEVADO

OBSERVACIONES: Ver Figura 14



DRENAJE: dendrítico desordenado en las partes altas y subparalelo en las partes bajas.

VEGETACION: arbustos y pastos. Nivel Fricción alto.

MECANISMO DE FALLA: Reptación caracterizada por flujo de lodos, la Falla es superficial y en la zona afectada hay un nivel de agua, la zona afectada hace que haya un estancamiento y gran movimiento.

CONDICION DE ESTABILIDAD: el deslizamiento tiene una dirección SW 40° y tiene su mayor actividad en época de lluvia.

PROBABLES CAUSAS: infiltración del agua de escorrentía por topografía ondulada.

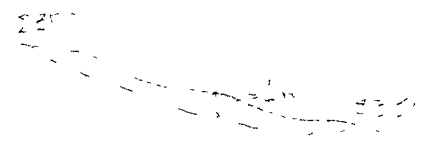
OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Diques y la forma de ripio de piedra.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 Riesgo Débil

OBSERVACIONES:

Perfil



Longitud (m): 3

Ancho (m): 17

Volumen (m<sup>3</sup>): 25

Coordenadas

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Manzana Nueva (donde se ubica el al oriente del camino).

GEOLOGIA: Material constituido por arcilla, con fragmentos de bloques de roca, material de topografía ondulada y escarpes.



**DRENAJE:** Lo componen dos quebradas que se ubican a ambos flancos del edificio principal. El terreno es bastante propicio

**VEGETACION:** Se presentan tan solo pasto y gramíneas. Adicia se pinta sobre todo algunos árboles

**MECANISMO DE FALLA:** Distorsión tectónica regresiva de tipo normal, con presencia de grietas tensionales y longitudes de ruptura que ocupan gran parte de agua de retención

**CONDICION DE ESTABILIDAD:** Es una zona crítica que requiere intervención urgente. En la actualidad se presentan grietas en paredes y hundimientos en el piso

**PROBABLES CAUSAS:** Incremento de cargas debido a la construcción y el peso de agua

**OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:** Detalle de obra con inclusión de plan de falla y también de material plástico - tipo fundido y zanjas de drenación que conduzcan el agua hasta el Río Icañero

**EL ESTUDIO DETALLADO ES:**  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

**EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO:** Ver Tabla 3  
 1C-2B-3C-4D-5A(sil)-5B(carga superior)  
 Valoración Total = 14 sign = RIESGO MUY ELEVADO

**OBSERVACIONES:** Se debe realizar monitoreo de la estructura y su entorno, con especial énfasis en las zonas de grietas, con el fin de tomar acciones correctivas inmediatas. Además, se debe verificar el Colapso de la estructura

Perfil

Longitud (m) 200

Ancho (m) 100

Volumen (m<sup>3</sup>): 20000

Coordenadas:

X: 1000000

Y: 1000000

**LOCALIZACION:** 100 metros al sur del edificio principal, en la zona de drenaje

**GEOLOGIA:** Zona de drenaje con presencia de grietas y hundimientos



DRENAJE: Hay escaso. Hay la parte del talud la presencia de grietas y charcos es abundante

VEGETACION: Hay predominio de pasto y gramíneas se observa pastoreo lo cual es un inconveniente para la estabilidad

MECANISMO DE FALLA: Desplazamiento rotacional con hundimientos acentuados por la parte

CONDICION DE ESTABILIDAD: La zona presenta un estado crítico por falta de un adecuado drenaje. Las grietas son de gran tamaño y a la vez retienen gran parte del agua superficial causando saturación y aumentando las fuerzas gravitacionales

PROBABLES CAUSAS: La escasa vegetación, la falta de un drenaje natural que cree la zona de infiltración, las características físicas del material arcilloso presente

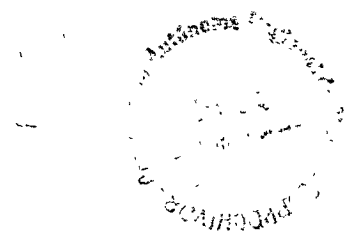
OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Se debe de hacer con arcilla, zanjas de drenaje y en sus flancos. Monitoreo mediante puntos de control

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 1C-2B-3C-4D-5A(sj)-5B(m)  
 Valoración Total: 14 Sign. RIESGO MUY ELEVA

OBSERVACIONES:  
 Este tipo de reconocimiento comienza con el pre-cuidado de los puntos de control mantener limpias las bocanillas de drenaje

Perfil



Longitud (m): 60

Ancho (m): 30

Volumen (m<sup>3</sup>): 1000

Coordenadas:

X: 1000

Y: 1000

LOCALIZACION: ...

GEOLOGIA: ...



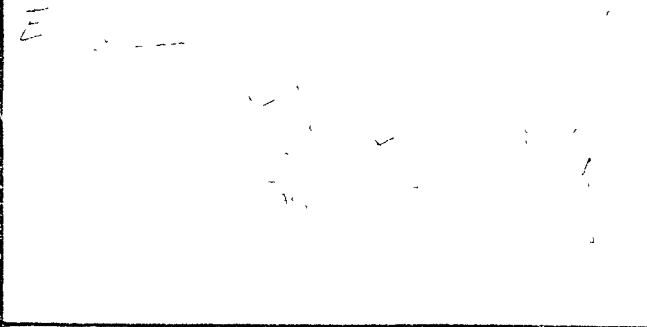
DRENAJE: Muy escaso y truncado debido al movimiento. Hacia la parte E ya trata de formar un drenaje en

VEGETACION: Practicamente nula, solo se detecta pasto y gramíneas

MECANISMO DE FALLA: Deslizamiento, regresivo con plano de falla profunda. La inclinación de pendiente son de 40 y la presencia de grietas tensionales va en aumento el nivel freático a la parte baja de la zona el mayor profundidad

CONDICION DE ESTABILIDAD: La zona se encuentra en total colapso y continua moviéndose sacando cada vez más tierra alta

Perfil



Longitud (m): 80

Ancho (m): 40

Volumen (m<sup>3</sup>): 10000

Coordenadas:

X: 160000  
Y: 160000

PROBABLES CAUSAS: Ausencia de vegetación y grietas crecientes avanzadas

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Medición de deformación por inclinómetro y nivel freático, estabilización y reparación de zona afectada

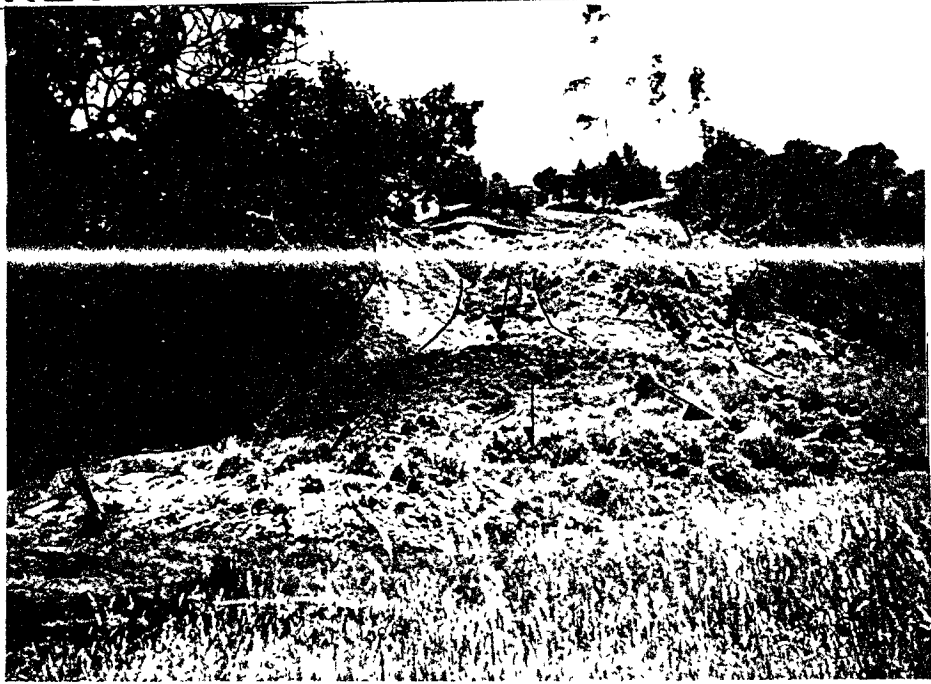
EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Verceda El Bío, zona de cultivo de maíz y frijol a 5 km

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
1C-2B-3C-4D-5A(N)-5B(L)

GEOLOGIA: Presencia de masas de arcilla y limo, con presencia de algunas capas de arena y grava

Vibración total: 11 signo: RIESGO ELEVADO  
OBSERVACIONES: Ver material en el caso de pasarse por las zonas críticas del deslizamiento en especial en época de lluvias



DRENAJE: Escaso, el agua de escorrente se encausa a través de la garganta del deslizamiento.

VEGETACION: Predominan los pastos. Sus plantas conservan algo de vegetación nativa.

MECANISMO DE FALLA: Flujo de tierra condicionada por la alta saturación de material hacia la proterfa y represamiento en su garganta.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Aunque se trata estrictamente de un movimiento pequeño, la velocidad alcanzada durante el movimiento (colapso) fue significativa y puede llegar a afectar una mayor extensión.

PROBABLES CAUSAS: Falta de drenaje y condiciones mecánicas propias del material deslizado.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Remoción de material en su parte y construcción de zanjas.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: ver Tabla 1B-2B-3B-4D-5A(20)-5B(medias) valoración total 12 - 50% riesgo elevado.

OBSERVACIONES: En la cresta del deslizamiento existe una vivienda, la cual presenta alta amenaza y constituye una amenaza del mismo.

Perfil

Longitud (m): 50

Ancho (m): 30

Volumen (m<sup>3</sup>): 2500

Coordenadas:

X: 1060000

Y: 1000000



LOCALIZACION: Vereda El Bosque

GEOLOGIA: El estudio de perfil indica que la zona presenta Apollon de arena con una capa de suelo orgánico y poca...



**DRENAJE:** Difuso El agua de escorrentía se deposita y filtra en grietas, formando además charcos y puntanos

**VEGETACION:** Muy poca: tap solo hacia la parte media del deslizamiento. Se nota la presencia de un pequeño bosque

**MECANISMO DE FALLA:** Deslizamiento regresivo activo, con gran cantidad de grietas y hundimientos. Específicamente se trata de un movimiento regresivo de falla rotacional, la cual se encuentra a un pie fundida considerable

**CONDICION DE ESTABILIDAD:** Es la zona más inestable de estabilidad; muestra gran cantidad de grietas y además amenaza con represar el Rio bosque

**Perfil**



Longitud (m): 135

Ancho (m): 3.5

Volumen (m<sup>3</sup>): 1200

Coordenadas:

X: 1.06

Y: 1.06

**PROBABLES CAUSAS:** son básicamente de tipo telúrico, es decir se trata de arcillas muy sensible y plásticas, que ante cualquier cambio pierden sus propiedades estabilizantes

**OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:** Deben tenerse en la tálamo de drenaje mejorado mediante filtros y grutas de infiltración al plano de falla mediante los geotextiles

**EL ESTUDIO DETALLADO ES:**  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

**LOCALIZACION:** Vereda El Rey (urb. tal)

**EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO:** Ver tabla 3  
 AC - 3B - 3C - 4D - 5A (si) - 5B (catastrófica)  
 3190 RIESGO MUY ELEVADO.

**GEOLOGIA:** Material arcilloso de la Formación...  
 ...  
 ...

**OBSERVACIONES:** En la tálamo se observa...  
 ...  
 ...







DRENAJE: No existe un sistema de drenaje permanente, sin embargo en época de lluvias las ondulaciones topográficas permiten el flujo de estas

VEGETACION: Actualmente se encuentra recobrado en su parte alta con pino; el resto del área lo componen pastos y algunas arboles.

MECANISMO DE FALLA: Reptamiento con algunos hundimientos en especial hacia la zona del talud. en su cabecera se tiene presencia de grietas y volcamientos son bastante notorios.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Actualmente el deslizamiento está controlado gracias a la refortificación y al poco grado de pendiente en su cuerpo y parte

PROBABLES CAUSAS: Principalmente por consolidación y crecimiento.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Monitoreo del movimiento, eliminación de grietas y continuación de refortificación.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 1A-2A-3B-4D-5A(Nº)-5B(Límite)  
 Valoración Total = 7 SIGN RIESGO: MEDIANO

OBSERVACIONES: Este movimiento amenaza a las viviendas que se encuentran en la zona de riesgo.

Perfil

Longitud (m): 20

Ancho (m): 2

Volumen (m<sup>3</sup>): 100

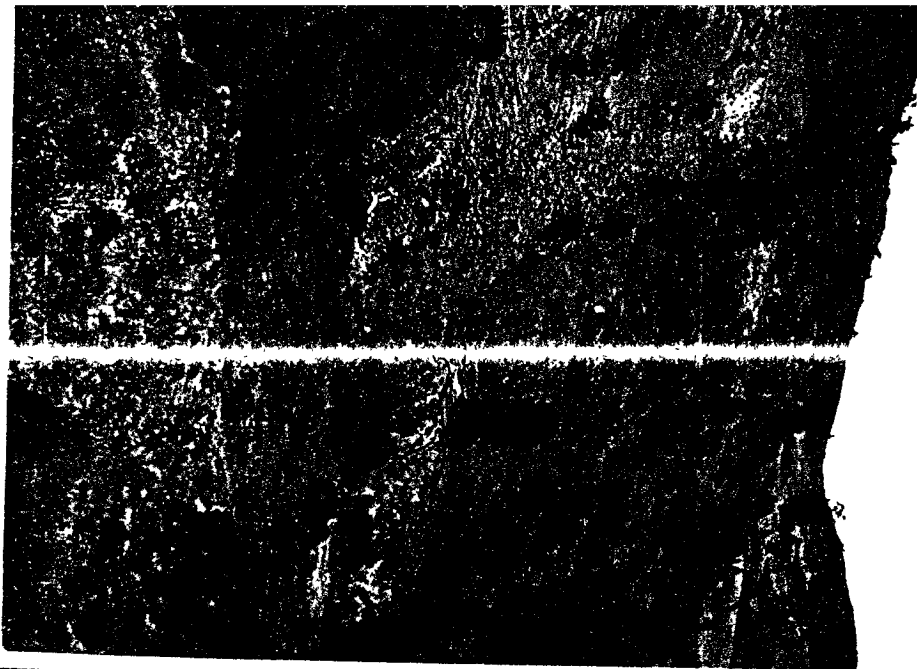
Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Vialidad Reparto (Calle) - Camino del Instituto Agrario de Puerto...

GEOLOGIA: Reparto de rocas sedimentarias...  
 La zona está formada por rocas sedimentarias...  
 que se encuentran en la zona de riesgo...  
 y que están sujeta a movimientos de...  
 deslizamiento.



Finalmente con la vida El Bosque ha presencia de pequeños arroyos que permiten el flujo constante

VEGETACION: poca pero aun conserva algun arbusto y plantas propias de esta zona la calidad de la tierra es baja y poca apta para cultivar

MECANISMO DE FALLA: Deslizamiento compresivo hacia se que se desmoronamiento movimiento de las masas de tierra en forma de bloques que cortan el terreno circularmente

CONDICION DE ESTABILIDAD: son movimientos que gracias al drenaje son más estables pero la cambio la alta pendiente de favorecer esta condición en general podría considerarse una zona semi estable

PROBABLES CAUSAS: Alta pendiente y procesos erosivos avanzados

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: compactación y relleno de grietas con un material más impermeable

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 1B - 2B - 3C - 4C - 5A (NO) - 5B (Ligeras)  
 Valoración Total = sign = RIESGO MEDIANO

OBSERVACIONES:  
 En esta zona existen una red de 3 canales que ayudan con la estabilidad igual en cuanto a estabilidad

Perfil

Longitud (m): 30

Ancho (m): 20

Volumen (m<sup>3</sup>): 600

Coordenadas:

X: 756

Y: 200

LOCALIZACION: Varadero Loma... (illegible)

GEOLOGIA: (illegible) frag-



**DRENAJE:** bastante escaso debido en gran parte a la gran impermeabilidad de las capas superficiales

**VEGETACION:** Poca abundante y la que existe corresponde a pastizal y algunas pinas. La erosión es evidente y afecta negativamente la estabilidad de la zona.

**MECANISMO DE FALLA:** Deslizamiento trasversal con levantamiento en su parte central. Anteriormente se vio un río que más tarde llegó a repletar el Río Garrajea que en esta parte de su curso es muy caudaloso.

**CONDICION DE ESTABILIDAD:** El movimiento presenta inestabilidad en época de lluvias, la actividad del deslizamiento es diaria ya que el movimiento cesa por relajación de las fuerzas.

Perfil

Longitud (m): 100

Ancho (m): 20

Volumen (m<sup>3</sup>): 2000

Coordenadas:

X: 100000

Y: 100000

**PROBABLES CAUSAS:** El alto grado de erosión permitiendo la infiltración de aguas ocasiona en estas condiciones.

**OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:** Reparación mediante terracerías. En futuro podría la construcción de puentes para evitar el deslizamiento.

**EL ESTUDIO DETALLADO ES:**

No es urgente  Urgente  Muy urgente

**EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO:** Ver tabla 3  
1B-2B-3B-4D-5A(51)-5B(estructuras)  
valoración total = 12 SIGN: RIESGO ELEVADO

**OBSERVACIONES:** En el límite del EBRIC 12, refo del deslizamiento balístico y familias. Muestras deben ser tomadas ya que en la parte alta se debe un gran peso a la reforestación efectuada con pinos.

**LOCALIZACION:** Venado Cuzco Altiplano de los Andes en el límite del frente sur del río Garrajea en la zona de Talsur.

**GEOLOGIA:** Complejo de las Sierritas de los Andes.



DRENAJE: El drenaje no es abundante pero el terreno en cambio es muy pantanoso

VEGETACION: Esta compuesta por pastos y algunos cultivos como maiz

MECANISMO DE FALLA: Deslizamiento tras cizalla con algunos flujos de tierra pequeños - localizados hacia la parte superior

CONDICION DE ESTABILIDAD: Presenta gran movilidad en época de lluvia. En un evento extremo puede llegar a interrumpir el tránsito por la vía

PROBABLES CAUSAS: Poco drenaje natural y consistencia del material involucrado

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Construcción de zanjas de drenaje y taladros. Es factible la construcción de gaviones en el límite con la carretera.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 1B - 2B - 3B - 4C - 5A (NOI) - 5B (Medio)  
 Valoración total = 8 Sign = RIESGO MEDIANO

OBSERVACIONES: Siguiendo la vía que conduce al kilómetro 10 se observa un sitio de explotación agrícola, lo cual, por ser un terreno de explotación agrícola, se debe tener presente la taludte y el movimiento de tierra que se genera.

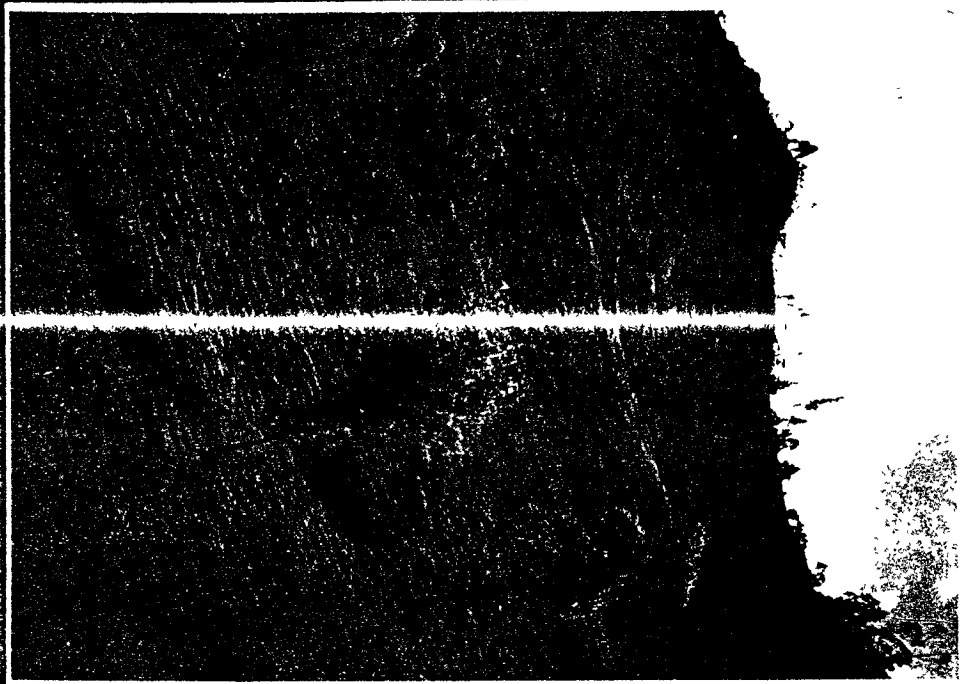
Perfil

Longitud (m): 25  
 Ancho (m): 5  
 Volumen (m<sup>3</sup>): 125  
 Coordenadas:  
 X: 1000000  
 Y: 1000000

LOCALIZACION: 150 metros antes de la vía principal por la vía que conduce al kilómetro 10

GEOLOGIA: Material de la zona de deslizamiento, compuesto por arena, limo y arcilla, con presencia de raíces de plantas que ayudan a la estabilidad del suelo.

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD



DRENAJE: Dendrático.

VEGETACION: Cultivos / Pastos.

MECANISMO DE FALLA: Reptación con hu  
dificultad en algunos sectores y p  
quejas contrapendientes.

CONDICION DE ESTABILIDAD: El movimiento  
es lento y afecta cultivos y  
zonas de pastoreo.

Perfil

Longitud (m): 300

Ancho (m): 100

Volumen (m<sup>3</sup>): 4000

Coordenadas:  
X: 1074500  
Y: 1076000

PROBABLES CAUSAS: La naturaleza bl  
da del material

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Refor  
tación dirigida

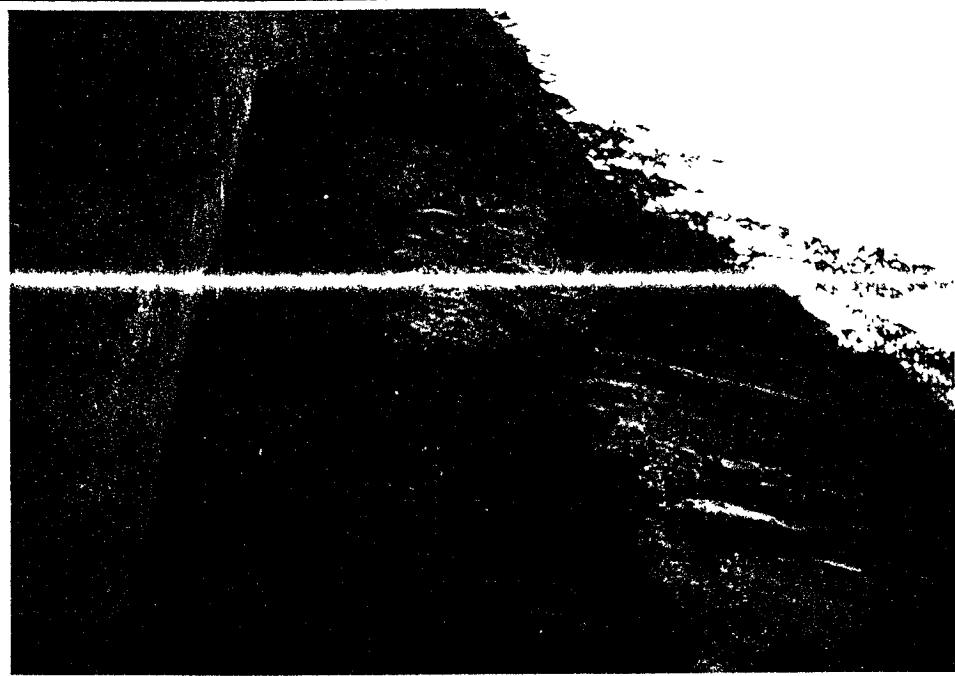
EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Via de Chipatán (C. 100)

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver tabla 3  
1B - 2B - 3B - 4D - 5A (No) - 5B (Medio)  
Evaluación total = 9 FIG: RIESGO ELEVADO

GEOLOGIA: Agruda arenosa y silicea

OBSERVACIONES:



DRENAJE: Subdrenático

VEGETACION: Muy escasa

MECANISMO DE FALLA: caída de bloques de diferente tamaño y volumen

CONDICION DE ESTABILIDAD: Los materiales a largo de la vía se encuentran muy fracturados y el buzamiento de estratos favorecen el desprendimiento

Perfil

Longitud (m): 20  
 Ancho (m): 200  
 Volumen (m<sup>3</sup>): —  
 Coordenadas:  
 X: 1078700  
 Y: 2076000

PROBABLES CAUSAS: Los cortes de la vía originaron redistribución de esfuerzos, debilitamiento general del macizo

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Estudio geotécnico, identificando los bloques más frías y prevenir su caída; emplear mallas de acero en zonas críticas.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: zona la vía Chiriquito-Tilaxi

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 2  
1B - 2B - 3C - 4BF 5A(SI) - 5B(catastróficos)  
 Evaluación total: 11 Sign: RIESGO ELEVADO

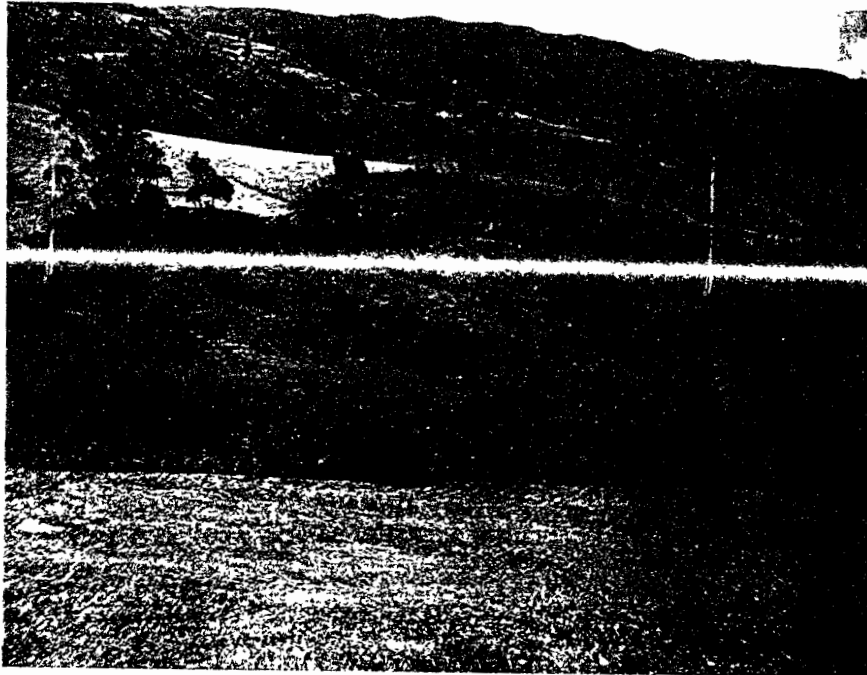
GEOLOGIA: —

OBSERVACIONES: —

# RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD

FICHA N°: 3

FECHA: 22/05/10



DRENAJE: Dendritico.

VEGETACION: Cultivos semilimpios.

MECANISMO DE FALLA: tracción normal, al movimiento se produjo un desplazamiento de 1m a 15m. Sobre el cuerpo del movimiento se ha generado reptación.

CONDICION DE ESTABILIDAD: En la actualidad el movimiento es estable se observa como en algunas secciones las macetas presentan mayor exposición a agentes atmosféricos, desfavorable de estabilidad del terreno.

Perfil

Longitud (m): 50

Ancho (m): 20

Volumen (m<sup>3</sup>): 1500

Coordenadas:

X: 2 - 1300

Y: 3 - 100

PROBABLES CAUSAS: la naturaleza de los materiales - (Arcillositas) y la continuidad de aguas.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: reparar la obra correspondiente al deslizamiento.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 2

1A - 2D - 3B - 4D - 5A (NO) - 5B (R. G. G.)  
 Valoración Total = 5 signo: Riesgo MEDIANO

OBSERVACIONES:

LOCALIZACION: Vado de Friguel (C. P. 1000) que se encuentra dentro de la finca de la propiedad.

GEOLOGIA: Se trata de un terreno de tipo arcilloso, con presencia de macetas y fragmentos de rocas, lo que genera una zona de inestabilidad.



DRENAJE: Subdenotático

VEGETACION: Cultivos, semilimpio y áreas pequeñas de bosques

MECANISMO DE FALLA: Terrazota - vibración con hundimientos pequeños por donde fácilmente se infiltra el agua

CONDICION DE ESTABILIDAD: se trata de movimientos lentos (10-5cm) que cubren un volumen considerable de material

PROBABLES CAUSAS: La naturaleza de los materiales arcillosos

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Reforzación con geotextiles nativos, con un adecuado monitoreo el cual tiene como objetivo calificar la eficacia de las medidas correctivas

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
1B - 2B - 3B - 4D - 5A (NO) - 5B (Reclamo)  
 Calificación Total: 9 597: RIESGO ELEVADO

OBSERVACIONES:

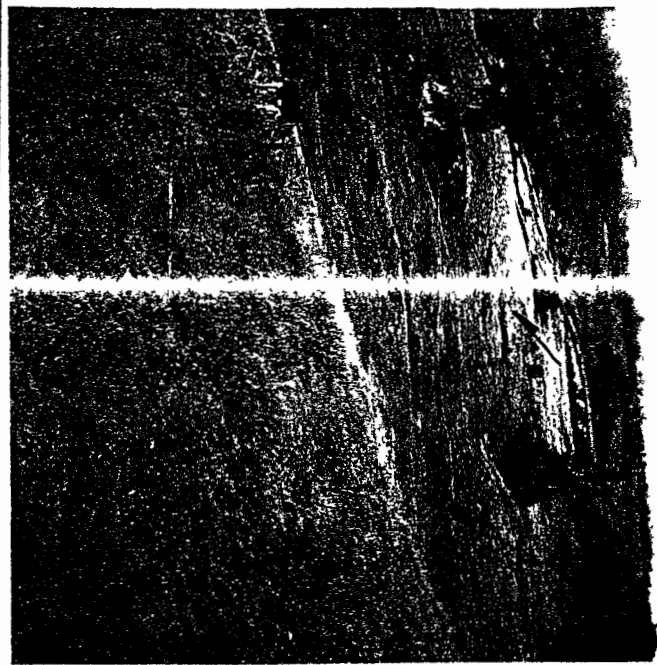
Perfil

Longitud (m): 250  
 Ancho (m): 50  
 Volumen (m<sup>3</sup>): 3.000  
 Coordenadas:  
 X: 101500  
 Y: 101500

LOCALIZACION: Vereda Chivato en 11424

GEOLOGIA: Arenas y arcillas  
Material de la formación 11424





DRENAJE: se compone básicamente de un drenaje simple con algunas quebradas que siguen la pendiente.

VEGETACION: la erusión es alta, especialmente en el estirpe principal. La vegetación corresponde a pastos y gramíneas.

MECANISMO DE FALLA: Deslizamiento rotacional cuyo plano de falla se presenta poco profundo.

CONDICION DE ESTABILIDAD: En la actualidad el deslizamiento puede considerarse estable sin afectar viviendas y cultivos.

Perfil

Longitud (m): 80

Ancho (m): 40

Volumen (m<sup>3</sup>): 3200

Coordenadas:

X: 1.074.600

Y: 1.072.000

PROBABLES CAUSAS: El alto grado de meteorización de las arcillas ocasionando cambios a nivel estructural.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Planificación del movimiento y turgencia de la fundación.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Vía a El Carmen (Tibanaí). 500 m. N. de la Escuela El Carmen.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
1A-2A-3B-4D-5A(NO)-5B(C) (veres)

Valoración Total: 6 Sign: RIESGO MEDIANO

OBSERVACIONES:

se recomienda también evitar el pasto

GEOLOGIA: Capas arcillosas y metarizadas. A las 100 m de la zona, se encuentran las arcillas de la zona de la falla. En la parte de la zona de la falla se encuentra una pequeña cuenca.



DRENAJE: Dendritico

VEGETACION: Cultivos semilimpios - Pasa toro

MECANISMO DE FALLA: Movimiento traslacional con hundimiento en la parte inferior, involucra una falla normal en una matriz arcillosita de color gris.

CONDICION DE ESTABILIDAD: El movimiento es regresivo lo que indica movimiento constante en el preterrito

PROBABLES CAUSAS: La incidencia explotación subterránea de carbon piedra en superficie subterránea e inestabilidad

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Reforzar el área, tecnificar las explotaciones mineras.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
1C - 2B - 3B - 4D - 5A (si) - 5B (catastrico)

valoración total = 13 signo = RIESGO MUY ELEVADO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Perfil

Longitud (m): 20

Ancho (m): 10

Volumen (m<sup>3</sup>): 200

Coordenadas:

X: 1050

Y: 4075

LOCALIZACION: Vuelta al camino

GEOLOGIA: La matriz es arcillosa y presenta un grado de consolidación que favorece la inestabilidad



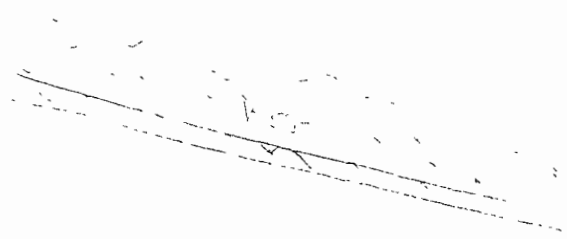
DRENAJE: Las aguas superficiales van dante y siguen el curso dejado por grietas especialmente

VEGETACION: Hay presencia de pasto y be chos

MECANISMO DE FALLA: Districamiento, tracc ional con abundante grietas, los q. son lineales y de gran profundidad. La misma en movimiento, de gran volumen y afecta el resto de un curso feable que comienza aumbita y libre

CONDICION DE ESTABILIDAD: El districamiento activo con (p) de gran movi lidad en época de lluvia. Un factor a favor es la escasa pendiente de bajando en parte de velocidad

Perfil



Longitud (m): 50

Ancho (m): 10

Volumen (m<sup>3</sup>): 400

Coordenadas:

X: 107° 20'

Y: 10° 50'

PROBABLES CAUSAS: Incremento de fuerzas gravitacionales por infiltración, in zep ito y consolidado

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: sellado de grietas y construcción de zanje

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 1C - 2B - 3A - 4D - 5A (NC) - 5B (Medio)  
 Valoración Total = 9 340 = RIESGO ELEVADO

OBSERVACIONES:

Ver Figura 13

LOCALIZACION: Vereda El Campesino, Tibure, Depto. y aproximadamente a 1 km en distancia en par tiente de la Escuela de la Vereda

GEOLOGIA: Deposito volcánico tipo t- tado con fragmentos de lava y cenizas con un diámetro de 10 cm a 20 cm



**DRENAJE:** Es muy denso hacia la cresta tipo sub-paralelo. En su base se pierde esta clase de drenaje adquiriendo menor energía.

**VEGETACION:** Muy escasa, actualmente se encuentra reforestada con arboles tipo coral plúg, que estabilizan poco a la vez crean man el terreno

**MECANISMO DE FALLA:** Deslizamiento rotacional. En el momento de la ruptura se observan cavas (claras) mientras la parte media y baja presentan abombamiento y grietas

**CONDICION DE ESTABILIDAD:** Con las medidas de estabilización (estructura) es posible disminuir fracturas como infiltraciones encharcamientos pero es importante la presencia de vegetación nativa.

Perfil

Longitud (m): 50  
 Ancho (m): 30  
 Volumen (m<sup>3</sup>): 900  
 Coordenadas:  
 X: 1074 200  
 Y: 1074 100

**PROBABLES CAUSAS:** La alta deforestación que ha conllevado a un estado de inestabilidad dejando al descubierto vastos sectores.

**OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:** La reforestación de esta finca es directamente al deslizamiento. Se recomienda que se espere nativa además de estructura

**EL ESTUDIO DETALLADO ES:**  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

**LOCALIZACION:** Finca San José (Tibara) a una distancia de 6 Km por la vía que conduce de Tibara a Chiriquita

**EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO:** Ver Tabla 3  
 1B - 2B - 3B - 4D - 5A (NCI) - 5B (catastrófico)  
 Valoración Total = 9, 39 = RIESGO ELEVADO

**GEOLOGIA:** Material poco consolidado de tipo arcilloso con arena y grava. No se observan afloramientos de rocas.

**OBSERVACIONES:** Este deslizamiento comenzó con rapidez el día sábado



DRENAJE: Es medianamente denso con algunos canales cecidos por la acción constante del agua de escorrentía

VEGETACION: Escasa, solo se hacen pastos y algunos pinos. La erosión en la zona es alta

MECANISMO DE FALLA: Deslizamiento traslocional con abundante hundimiento y pequeños cortes

CONDICION DE ESTABILIDAD: El movimiento presenta alta tasa de movilidad en época de lluvias y no se han hecho trabajos de estabilización

PROBABLES CAUSAS: Escasa cobertura vegetal; desestabilización en su cuerpo por los cortes en la vía

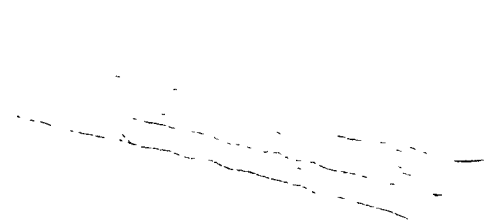
OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Terrazas acompañadas por las vías vivas

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 1B - 2B - 3C - 4D - 5B (Medios)

Valoración Total = 10 Sign = Riesgo ELEVADO  
 OBSERVACIONES:

Perfil



Longitud (m): 35

Ancho (m): 20

Volumen (m<sup>3</sup>): 900

Coordenadas:

X: 1074.00

Y: 1075.00

LOCALIZACION: Vía a San José (Tiburi)

GEOLOGIA: Depósito coluvial con arena y limo, cantos mediano y gruesos, arcilla y arena-arcilla





DRENAJE: Poca visible sin presencia de charcos o zonas pantanosas

VEGETACION: Esta compuesta por varios arbustos y pastos sin presencia de cultivos.

MECANISMO DE FALLA: Resquebrajamiento medio con presencia de grietas en la cresta. La pendiente influye en la p que en esta zona el corte de la vía incrementa su tendido.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Deslizamiento lento pero activo puede llegar a afectar la vía.

PROBABLES CAUSAS: Escasa vegetación y características propias del material.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Reforcación con cables de raíces profundas. Construcción de un muro reforzado en los límites con la vía.

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 1A - 2A - 3C - 4C - 5A (No) - 5B (Medio)  
 Variación Total = 7 319: RIESGO MEDIANO

OBSERVACIONES:

Perfil

Longitud (m): 40  
 Ancho (m): 11  
 Volumen (m<sup>3</sup>): 120  
 Coordenadas:  
 X: 1011100  
 Y: 1010100

LOCALIZACION: Vanda Sitakul (Tikasa) 7 km por la vía Tikasa - Tumbaco

GEOLOGIA: Zona predominantemente arcillosa con un punto de predilección también por formación de molinos (molinos) y bloques resistentes (con arcillas)

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 2 | FECHA:

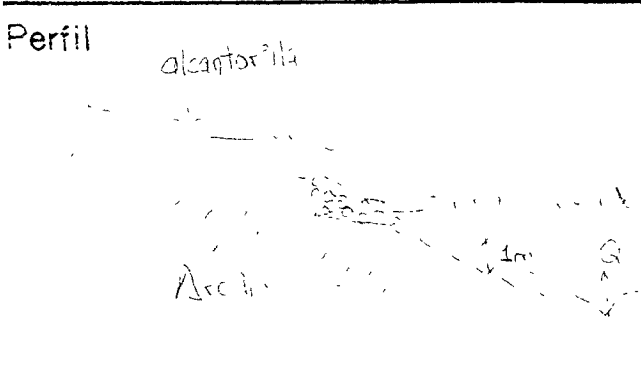


DRENAJE: Dendritico presenta 2 sectores por donde dreña el agua

VEGETACION: esta cubierta por pastos y algunos arbustos de cardo altor

MECANISMO DE FALLA: repletamiento carate  
 tipo de falla es planar y poco profunda afectando la via Bogota-Tunja y llega hasta la parte baja donde se encuentra una quebrada

CONDICION DE ESTABILIDAD: se encuentra rep  
 tanto desde 40 años atrás por este al drenaje profundo que se hizo hace 40 años medio la zona se ha estabilizado



Longitud (m) 10  
 Ancho (m) 1.2  
 Volumen (m<sup>3</sup>) 120  
 Coordenadas:  
 X: \_\_\_\_\_  
 Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Tipo de material arcilloso no consolidado, en la parte alta se filtra el agua

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Via Tunja - Ventanilla media (Municipio de Ventanilla media)

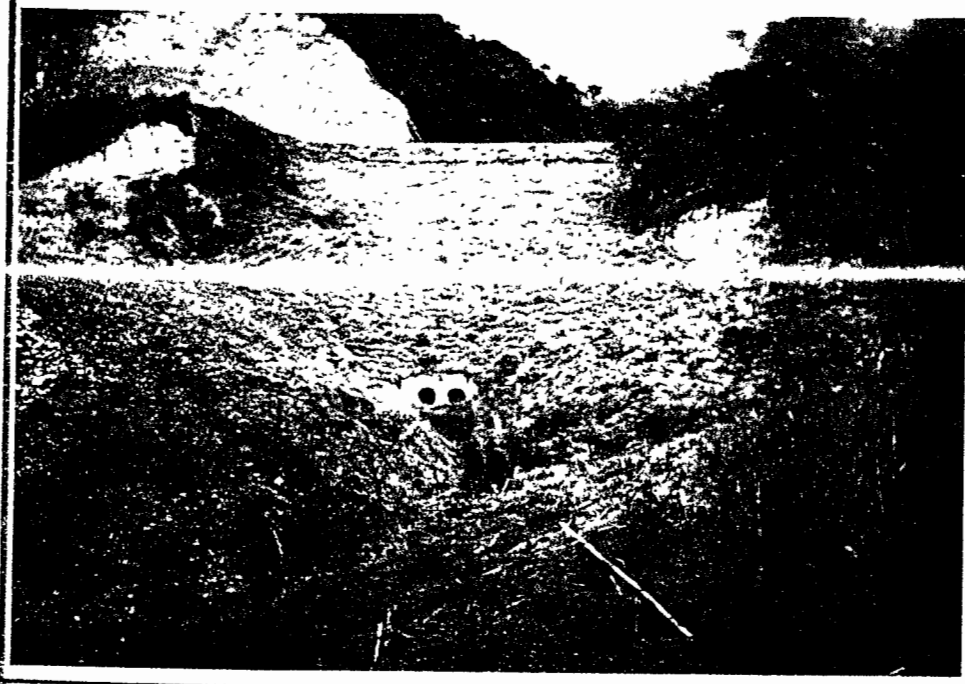
EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 Riesgo Dctil

GEOLOGIA: Material arcilloso en su mayor parte que se consolido en forma de un tipo de formación con un tipo de estructura contraria a las pendientes de la zona

OBSERVACIONES: El drenaje profundo por parte de la obra de estabilización



RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 2 | FECHA:

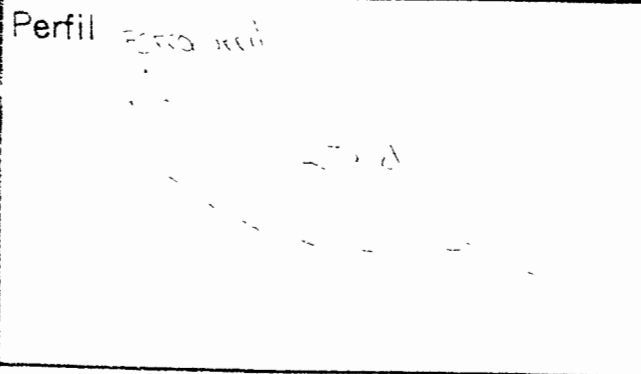


DRENAJE: Paralelo en las partes altas y dendrítico en las bajas.

VEGETACION: Conformada por pastos y arbustos de pequeña altura.

MECANISMO DE FALLA: Deslizamiento rotacional, Falla antigua, antes de mejoramiento del talud y drenaje.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Estable debido a obras correctivas: como el drenaje de talud escalonado. Estable en 5 años.



Longitud (m) \_\_\_\_\_  
 Ancho (m) \_\_\_\_\_  
 Volumen (m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Coordenadas:  
 X: \_\_\_\_\_  
 Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Construcción de vía del ferrocarril, aguas de escorrentía.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Carretera Vieja  
 Volcan Quemada

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 Riesgo Débil.

GEOLOGIA: *Andesita (talud), Placa de granito separándose a la falla y a la granito (placa) que se encuentra en la pendiente.*

OBSERVACIONES:



DRENAJE: Pendrítico, desordenado en algunos sitios de la remoción en mas el nivel freático es muy alto

VEGETACION: la zona está cubierta por pastos en su totalidad, no hay eros.

MECANISMO DE FALLA: Reptación con una V. por una lenta, cuya superficie de F. HA es difícil deducir, pero se sup. ne que es superficial por el tipo de movimiento y su magnitud real

CONDICION DE ESTABILIDAD: En épocas de plu. sidad alta, se produce la reptación generando algunas grietas. En épocas secas la zona se estabiliza

Perfil

7-15

1m

Longitud (m) 57

Ancho (m) 1

Volumen (m<sup>3</sup>) 57

Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: agua de escorrentía o causada por un canal central que conduce estas aguas

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Drenaje en forma de espina de pez cada

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

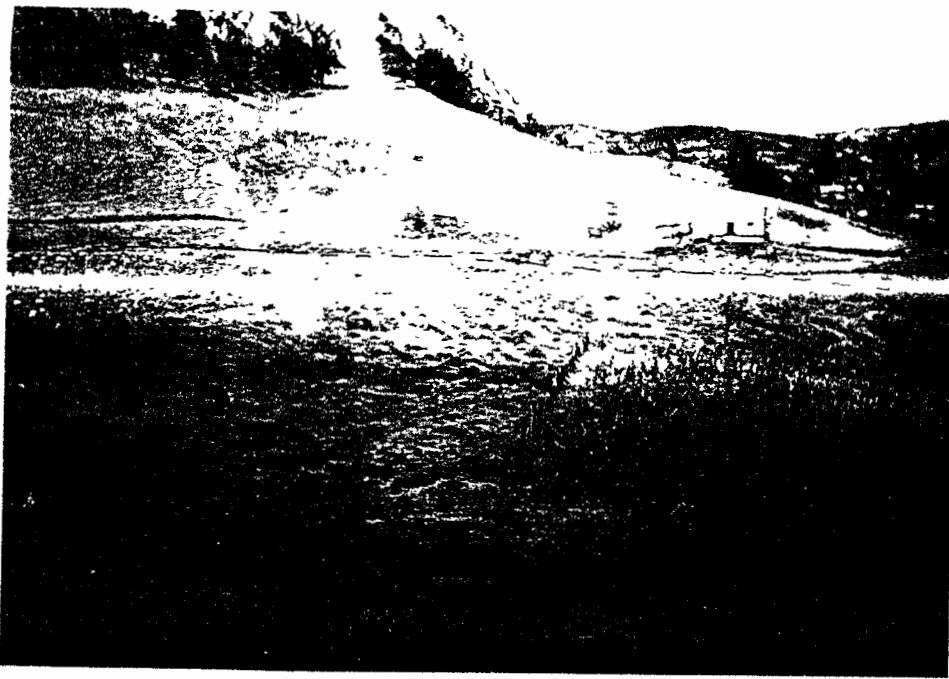
LOCALIZACION: Carretera Vijay que de Tenja. Lince a Santiago

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: ver Tabla 3  
 Riesgo Mecánico débil

GEOLOGIA: Capa de coluvión de gran. y med. tamaño de bloques con arena y limo. Se observa también la formación de grietas.

OBSERVACIONES:

**RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD** | FICHA N°: 4 | FECHA:

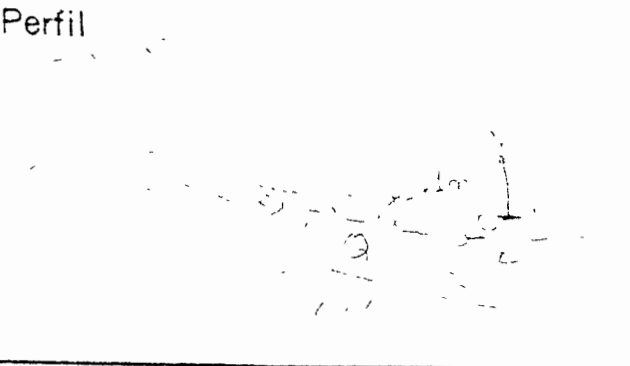


DRENAJE: Desordenado - dendrítico, con un canal lateral que recoge las aguas.

VEGETACION: se encuentra cubierta casi en su totalidad por siembras y pastos nativos

MECANISMO DE FALLA: Remplamiento causado por flujo de lodo, abarcan de gran extensión y a poca profundidad (1m)

CONDICION DE ESTABILIDAD: Estable desde hace 3 años, debido al mayor manejo de aguas de escorrentía por parte de la comunidad. Abarca gran extensión causando problemas en la vía antigua y en una vivienda agrietada ya abandonada



Perfil

Longitud (m): 190

Ancho (m): 20

Volumen (m<sup>3</sup>): 300

Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: aguas de infiltración subterráneas

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Carretera Vieja (Verde, p. 10)

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3

Riesgo Débil-mediano

GEOLOGIA: Sustrato rocoso (calizas, areniscas) - se encuentra fragmentado y en mal estado, con poca cohesión. Se recomienda reforzar la cimentación con pilotes de concreto que lleguen hasta la base de la cimentación existente para permitir la transferencia de cargas.

OBSERVACIONES: No tiene

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 5 | FECHA:



DRENAJE: hay 2 canales centrales que conducen el agua a las partes bajas, las cuales son zonas inestables. En general es drenaje a Paralelo.

VEGETACION: la zona de Remoción en masa presenta pastos, casi en su totalidad.

MECANISMO DE FALLA: se trata de un mecanismo de falla de magnitud con una zona de falla algo profunda por ser un terreno ondulado genera zonas de pantanos que ocasionan un aumento en el nivel freático y por consiguiente una mayor inestabilidad.

CONDICION DE ESTABILIDAD: En época de lluvia el movimiento es evidente por cuanto aparecen nuevas grietas de gran magnitud, también afecta la vía.

Perfil



Longitud (m) 140

Ancho (m) 20

Volumen (m<sup>3</sup>) 2000

Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_  
Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Pendiente topográfica fuerte erosión en las partes altas que genera mayor inestabilidad de consolidación, aguas del arroyo.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
Riesgo muy elevado a elevado.

OBSERVACIONES:

LOCALIZACION: Vía que conduce de Tomay a la Ventanilla.

GEOLOGIA: Se trata de un terreno de tipo arenoso con mucha arena y poca cohesión, se encuentra depositado con la formación de un tipo de pantanos, que ocasionan un aumento en el nivel freático y por consiguiente una mayor inestabilidad. En general es drenaje a Paralelo.

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 1 | FECHA:

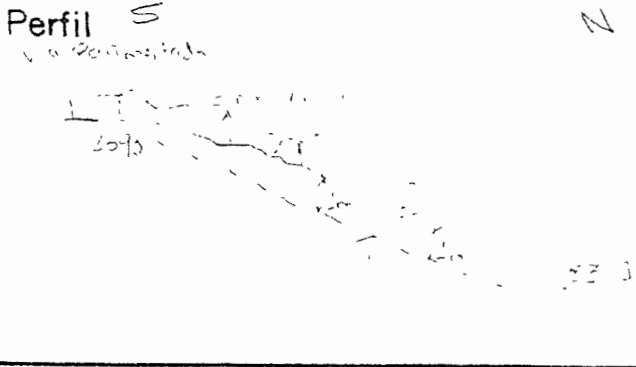


DRENAJE: se encuentra un canal principal dentro del movimiento y canales alternos, en general es dendrítico se observa agua de estorren debido al mal manejo del alcantarillado.

VEGETACION: Todo el movimiento se caracteriza por tener pastos con poca cantidad de arboles no hay erosión.

MECANISMO DE FALLA: Reptamiento con superficie de falla poco profunda presenta un relieve muy ondulado y grietas de importancia tamaño.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Reptamiento constante y por lo tanto inestable



Longitud (m): 112  
Ancho (m): 114  
Volumen (m<sup>3</sup>): 2000  
Coordenadas:  
X: \_\_\_\_\_  
Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Flujo alto de agua de estorren debido a que las salidas del alcantarillado son regular en toda la zona movilizada

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Necesario planeación del alcantarillado recolección de aguas superficiales y llevarlas a un drenaje natural

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: Parte oriental del sector urbano de Toluca

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
Riesgo elevado a muy elevado

GEOLOGIA: material inestable de tipo arcilloso-arenoso con presencia de bloques de caliza inestable. Se observa el movimiento de bloques de la formación Escalante

OBSERVACIONES:

**RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD** | FICHA N°: 2 | FECHA:

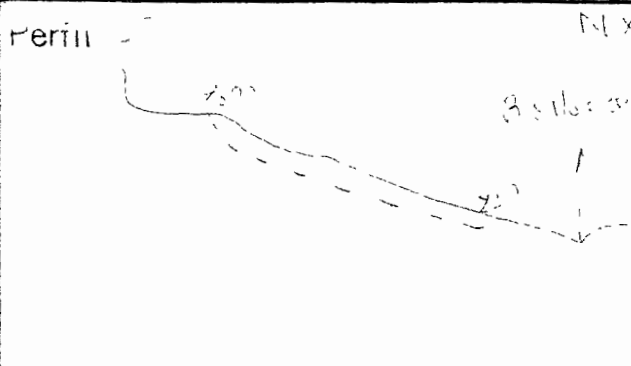


DRENAJE: Paralelo a subparalelo, nivel freático alto

VEGETACION: Pastas, suelo de gran espesor, no hay riosicos

MECANISMO DE FALLA: Reptacion, sobre material ondulado se encuentran grietas de gran tamaño, la falla debe ser de poca profundidad e irregular.

CONDICION DE ESTABILIDAD: en época de lluvia se activa en forma lenta, la topografía en algunos tramos es fuerte lo que ayuda a la inestabilidad.



Longitud (m) 200  
 Ancho (m) 1  
 Volumen (m<sup>3</sup>): 2700  
 Coordenadas:  
 X: \_\_\_\_\_  
 Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: agua pero utilizada, la inestabilidad, algunos sectores

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Drenaje terracedo, arborización en partes altas

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

LOCALIZACION: suroeste de Tumaco, en la zona que rodea a la comunidad de San Juan

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3 Riesgo Mediano

GEOLOGIA: continuo coluvial conformado por flujo de derrumbes con bloques de tamaño mediano; se documenta infracción de la formación de arcilla suelta con sentido contrario.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 3 | FECHA:**



DRENAJE: subparalelo, a paralelo debido a la alta competencia de la zona infanzent

VEGETACION: Pastos en su mayoría, no hay erosión

MECANISMO DE FALLA: Regitación, su relieve es debido se presentan grietas, la superficie de falla es mayor a 2m - a que es capaz de mover árboles completamente hacia sus raíces

CONDICION DE ESTABILIDAD: El deslizamiento reactivo en invierno, pero hace 7 años se estabilizó casi totalmente gracias a que una fuente de agua superficial se secó.

PROBABLES CAUSAS: Agua subsuperficial

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Mejorar el drenaje superficial existente

EL ESTUDIO DETALLADO ES:  
 No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
Riesgo Débil

OBSERVACIONES:

Perfil

Longitud (m): 19

Ancho (m): 2

Volumen (m<sup>3</sup>): 100

Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Sur Occidental a Torméque, vía que conduce al punto de inestabilidad

GEOLOGIA: material coluvial consolidado, tipo de rocas (C) granito, espaldas tipo de rocas la formación planicie a 200m del punto de la parámetro



DESCRIPCION: LLANURA DE INUNDACION

GEOLOGIA: Deposito cuaternario de tipo aluvial bastante ancho y de un espesor grande (1 a 2 m).

DRENAJE El N.F. es muy alto y el rio bastante caudaloso

VEGETACION: Predominan los pastos, arbustos y algunos cultivos, como la uva y maiz

HISTORIA: El ultimo invierno de gran nevada 1994 produjo la inundacion de gran parte del valle

PROBABLES CAUSAS: alta pendiente, desviacion del curso del rio y la alta sedimentacion

RIESGOS: afecta algunas viviendas, cultivos y terrazas

LOCALIZACION: se encuentra en el valle que conforma el rio Turmeque

### DESCRIPCION DE LA CUENCA

GEOLOGIA: El rio cae por un gradiente bastante pronunciado, atravesando la zona de granito y Guadalupe, con la zona de granito en pendiente bastante alisada y con un caudal bastante considerable

DRENAJE: en toda la cuenca el drenaje es paralelo

VEGETACION: Caracterizada por zona de pastos y cultivos de granito, maiz, papa y otros cultivos de granito

OBRAS POSIBLE RECOMENDAR: Construcción de diques, reforestar las partes altas del rio y mantener el curso limpio de escombros y rocas que permitan su estancamiento

NOTA: Actualmente se esta arreglando la carretera Turmeque - Nive (Cajamarca), por tanto se debe dar la maxima atencion al problema de inundacion ya que este puede agravarse con los trabajos mencionados

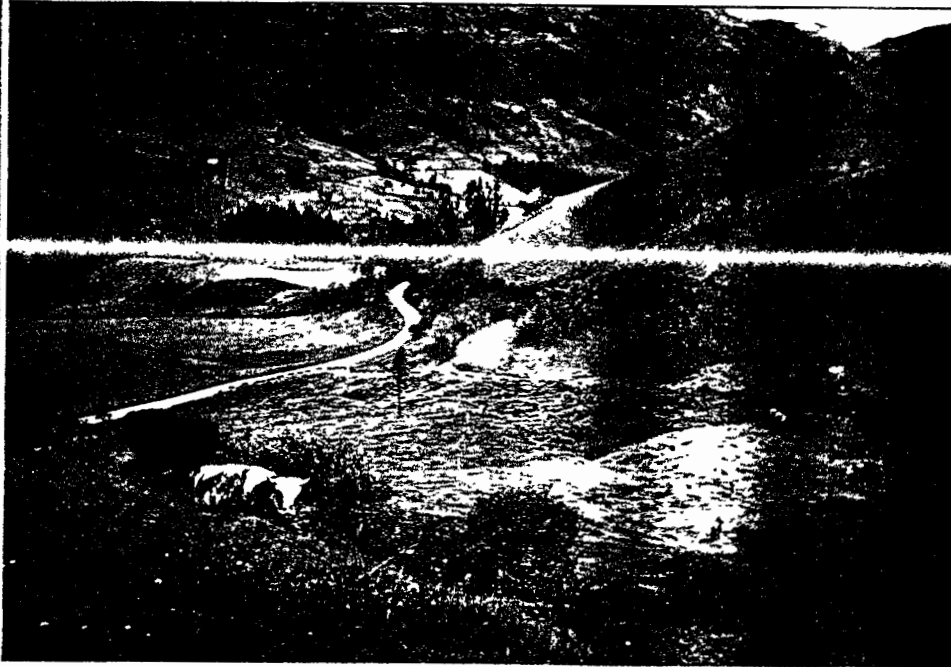
OBSERVACIONES:





Figura 10. Estado actual de grietas parte baja del deslizamiento en la Vereda Jupal.

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 4. | FECHA:



DRENAJE: Paralelo a subparalelo

VEGETACION: Pustos para cría de ganado  
(erosion laminar)

MECANISMO DE FALLA: Replicación de pendientes  
condalada, grietas y topografía fuerte

CONDICION DE ESTABILIDAD: se activa en época  
de invierno, la superficie de falla es gige  
circular por su magnitud y geometría

Perfil SE

NW



Longitud (m) 101

Ancho (m) 8

Volumen (m<sup>3</sup>) 1530

Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Acción, Faltas de drenaje dentro  
del movimiento por excavación aguas de estratos  
de pendiente + topografía alta

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Drenaje  
superficial, reforestación

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
Riesgo Mediano

LOCALIZACION: Vía que conduce al P...  
sobre el Rio Alburzio (Tampico)

GEOLOGIA: (text partially illegible)

(text partially illegible)

OBSERVACIONES:

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 5 | FECHA:



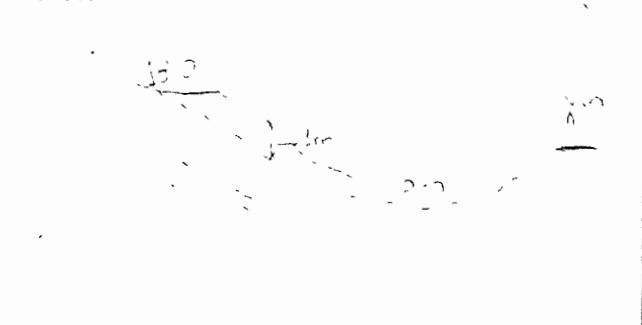
DRENAJE: Dendritica, el nivel freático es alto.

VEGETACION: Pastos, no hay erosión.

MECANISMO DE FALLA: Reptación con superficie de falla poco profunda e irregular, la pendiente es menor de 15° se encuentran grietas y un relieve ondulado.

CONDICION DE ESTABILIDAD: En época de lluvias se mueve lentamente, gracias a la topografía cóncava el movimiento es de poca velocidad y sus grietas son de pequeña magnitud.

Perfil:



Longitud (m) 6  
 Ancho (m) 7  
 Volumen (m<sup>3</sup>) 476  
 Coordenadas:  
 X: \_\_\_\_\_  
 Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Tipo de material arcilloso (limo arcilloso), alta humedad y poca supervigilancia.

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR:

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

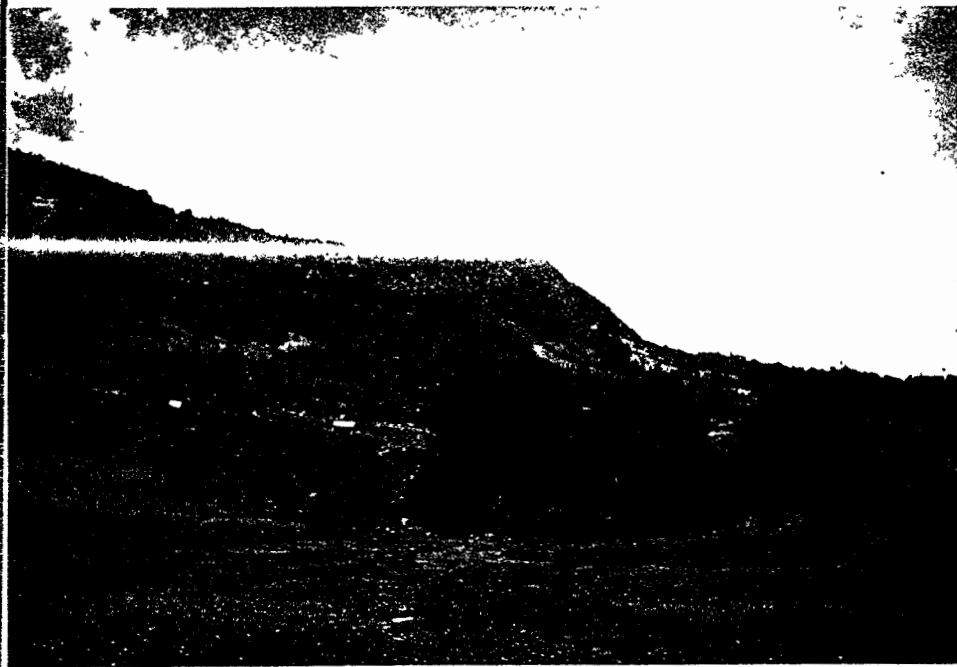
LOCALIZACION: Se encuentra en la zona de... (text is partially obscured and handwritten)

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
 Riesgo Débil

GEOLOGIA: Material arcilloso... (text is partially obscured and handwritten)

OBSERVACIONES:

RECONOCIMIENTO DE INESTABILIDAD | FICHA N°: 6 | FECHA:



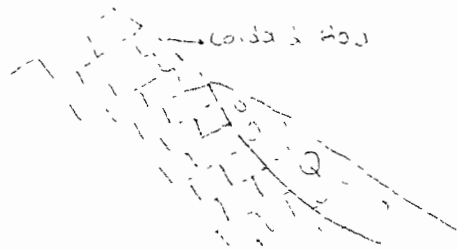
DRENAJE: Paralelo

VEGETACION: hay zonas desprovistas de vegetación con una erosión laminar, que corresponde a la remoción en masa

MECANISMO DE FALLA: se origina por las zonas de debilidad (Dendacas) al tener contacto con el agua de escorrentía, se encuentra desprovista de vegetación; este tipo de remoción en masa se define como caída de Rocas.

CONDICION DE ESTABILIDAD: Por el momento se encuentra estable, pero puede colapsar.

Perfil



Longitud (m): 15

Ancho (m): 12

Volumen (m<sup>3</sup>): 390

Coordenadas:

X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

PROBABLES CAUSAS: Erosión, chadacamiento agua de escorrentía

OBRAS O ESTUDIOS POSIBLE RECOMENDAR: Mayor seguridad y conducir el agua de escorrentía con zanjas de circulación. Reforzar las puentes altas

EL ESTUDIO DETALLADO ES:

No es urgente  Urgente  Muy urgente

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO: Ver Tabla 3  
Riesgo de alto

LOCALIZACION: Alto de Tajira (Tummeque)

GEOLOGIA: Remoción en masa sobre un tipo de suelo arenoso (Plenas) que boy en sentido contrario a la pendiente topográfica

OBSERVACIONES:



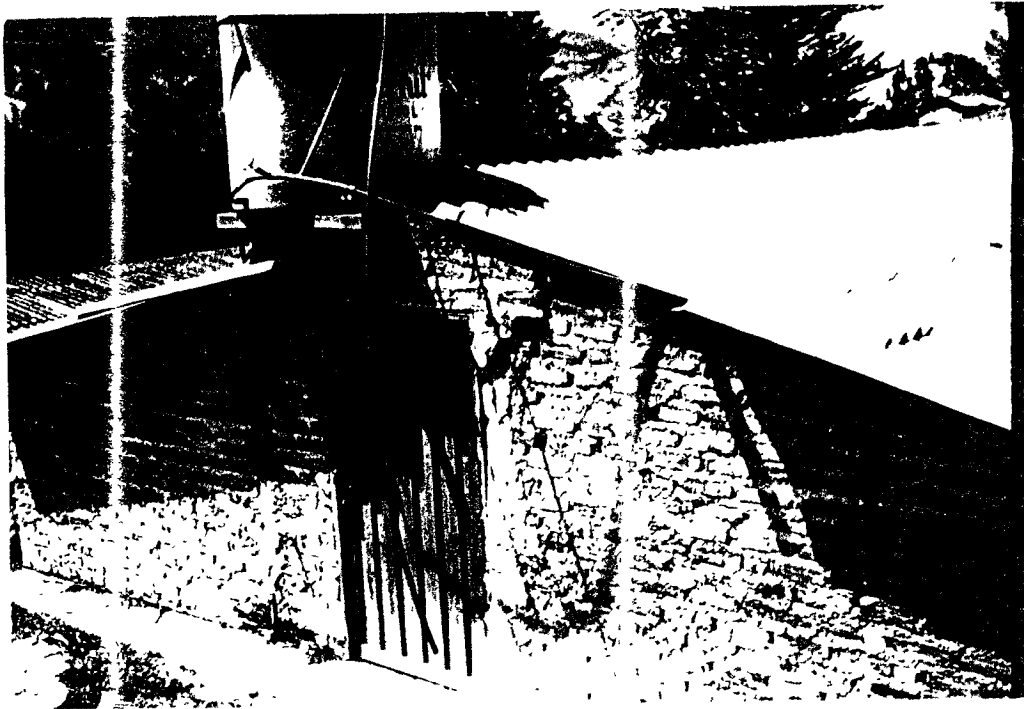


Figura 11. Instalaciones de Instituto Técnico Agropecuario de Umbita.



Figura 12. Cresta del deslizamiento que afecta a la escuela de la Vereda San Jorge (Tibaná).



Figura 17. Deslizamiento activo de la Vereda El Carmen  
(Tibana).





Figura 34. Muro de gavi6n flexionado a causa del gran empuje del deslizamiento ubicado a 5 Km de Nuevo Col6n - Tierra Negra.