

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE GEOLOGIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**INFORME FINAL DE TRABAJO FINAL DE CAMPO, TITULADO
PETROLOGÍA EN ZACAPA: Modelo petrológico del Plutón La
Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000**

FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE GEOLOGIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**INFORME FINAL DE TRABAJO FINAL DE CAMPO, TITULADO
PETROLOGÍA EN ZACAPA: Modelo petrológico del Plutón La
Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

**POR:
FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ
201140384**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR POR EL TÍTULO DE
PREGRADO DE TÉCNICO GEÓLOGO**

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2015

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. M.A. Fredy Giovani Macz Choc
SECRETARIO: Lcda. T S. Floricelda Chiquín Yoj
REPRESENTANTE DE DOCENTES: Ing. Geol. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTE EGRESADOS: Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián
MEPU César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geol. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR Ing. Geol. Sergio David Morán Ical
SECRETARIO Ing. Geol. César Fernando Monterroso Rey
VOCAL Ing. Geol. Luis Gustavo Chiquín Marroquín

REVISORES DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Quím. Verónica Beatriz Juárez Jiménez

REVISOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Ing. Geol. César Fernando Monterroso Rey

ASESOR

Ing. Geol. Sergio David Morán Ical

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.

E-mail: geologiausc@gmail.com

Ref. 15-CG-187/2015
25 de mayo de 2015

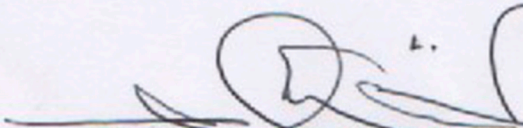
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del Nivel Intermedio, del estudiante **FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ**, carné No. 201140384, titulado: **"PETROLOGÍA EN ZACAPA: MODELO PETROLÓGICO DEL PLUTÓN LA UNIÓN, EN 24 KILÓMETROS CUADRADOS A ESCALA 1:25 000"**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Geol. Sergio David Morán Ica
Docente Asesor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-188/2015
28 de mayo de 2015.

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
E-mail: geologiausac@gmail.com

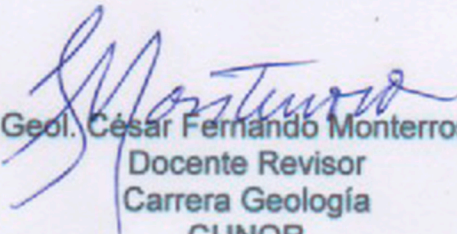
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ**, carné No. **201140384**, titulado: **"PETROLOGÍA EN ZACAPA: MODELO PETROLÓGICO DEL PLUTÓN LA UNIÓN, EN 24 KILÓMETROS CUADRADOS A ESCALA 1:25 000"**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Geol. César Fernando Monterroso Rey
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-190/2015
01 de julio de 2015

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
E-mail: geologiausac@gmail.com

Señores Miembros
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Respetables Señores:

Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **"PETROLOGÍA EN ZACAPA: MODELO PETROLÓGICO DEL PLUTÓN LA UNIÓN, EN 24 KILÓMETROS CUADRADOS A ESCALA 1:25 000"**, del estudiante **FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ**, carné No. **201140384**, el cual ya fue revisado como miembro de la Comisión de Redacción y Estilo de la Carrera de Geología, quien considera llena los requisitos establecidos para su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Comisión de Redacción y Estilo
Carrera Geología

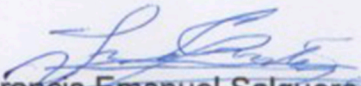
Ing. Químico Verónica Beatriz Juárez Jiménez
Docente Carrera Geología
CUNOR



c.c. Archivo.

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración a ustedes el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado, "PETROLOGÍA EN ZACAPA: Modelo petrológico del Plutón La Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000", como requisito previo a optar al título profesional de Técnico Universitario en Geología,


Francis Emanuel Salguero Díaz
Carné No. 201140384

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: del estudiante que opta al título, del asesor, y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada Carrera, es la responsable de la estructura y forma”

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4., sub inciso 2.4.1. del Acta No. 17-2012 de Sesión Extraordinaria del Consejo Directivo de fecha 18 de julio de 2012.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Ana Lorena y Francis Patrocinio, quienes a lo largo de mi vida han brindado su apoyo incondicional en mi formación académica, juntos hemos logrado una nueva meta.

A mis hermanas, Glendy Lorena y Rosa Margarita, por apoyarme y motivarme siempre, gracias por su gran ejemplo.

A mi familia y amigos que fueron, son y seguirán siendo muy importantes en mi vida.

A la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente al Centro Universitario del Norte, por permitirme seguir creciendo como persona y formándome como profesional

La carrera de Geología y a los docentes que la conforman, por sus enseñanzas, sin las cuales no hubiera sido posible realizar la presente investigación.

A la municipalidad de La Unión, por permitirme realizar mis prácticas en su territorio.

Muchas gracias,
Francis Emanuel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	i
ÍNDICE DE MAPAS	lv
ÍNDICE DE FIGURAS	lv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	vii
	1

CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL

1.1	Antecedentes del problema	3
1.2	Planteamiento del problema	4
1.2.1	Delimitación	4
	a Espacial	4
	b Temporal	4
1.2.2	Justificación	5
1.2.3	Pregunta de investigación	5
1.3	Objetivos	5
	1.3.1 General	5
	1.3.2 Específicos	5
1.4	Hipótesis	6

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1	Localización geográfica	7
2.2	Vías de acceso	8
2.3	Geología regional	9
2.3.1	Litoestratigrafía	11
	a Estratigrafía del precámbrico	11
	1 Filita San Diego	11
	b Estratigrafía del mesozoico	12
	1 Plutón La Unión	12
	c Estratigrafía del cenozoico	12
	1 Aluvión	12
	2 Coluvión	13
2.3.2	Tectónica	14
2.3.3	Geomorfología	17
	a Hidrología	17
	1 Orden de la red de drenaje	17
	2 Configuración del drenaje	19
	b Clima y vegetación	20
	c Suelos	22

1	Meteorización	22
2	Suelo	23
3	Erosión	24
d	Relieve	26

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1	Fase de Diagnóstico	31
3.2	Fase de Campo	31
	a Topográficos	32
	b Geológicos	32
3.3	Fase de Laboratorio	32
3.4	Fase de Gabinete	33
	a Análisis estadístico	33
	b Estudio de caso	34

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Generalidades	35
	4.1.1 Litoestratigrafía	35
	4.1.2 Unidad de filita	36
	4.1.3 Unidad de granito	38
	a Diorita	39
	b Tonalita	40
	c Granodiorita	41
	d Granito	42
	e Diques de magma residual	44
	4.1.4 Unidad de monzodiorita	49
	4.1.5 Unidad de aluvión	50
	4.1.6 Unidad de coluvión	51
4.2	Geología Estructural	52
	4.2.1 Lineamientos estructurales	52
	4.2.2 Estructuras de origen dúctil	53
	a Foliación	53
	b Lineación mineral	54
	c Ejes de Pliegue	55
	4.2.4 Estructuras planares frágiles	56
	a Fallas	56
	1 Fallas normales	56
	2 Fallas inversas	58
	3 Fallas dextrales	59
	4 Fallas sinestrales	61
	b Fracturas	62
4.3	Geomorfología local	63
	4.3.1 Unidades de origen denudacional	65
	a Subunidad de crestas	65
	b Subunidad de laderas	65

1	Laderas de pendiente suave	65
2	Laderas de pendiente media	66
3	Laderas de pendiente fuerte	66
c	Subunidad de cárcavas	67
d	Subunidad de movimientos de ladera	68
1	Flujo de detritos	68
2	Deslizamiento rotacional	69
3	Deslizamiento trasnacional	70
4.3.2	Unidades de origen agradacional	71
a	Subunidad de valle aluvial	71
b	Subunidad de terrazas	73
4.3.3	Unidades de origen antrópico	74
a	Subunidad de canteras	74
b	Subunidad de carreteras	75
CAPÍTULO 5		
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		
5.1	Análisis e interpretación lito-estructural	77
5.2	Modelos estructurales	88
5.3	Análisis e interpretación geomorfológica	91
5.4	Historia Geológica local	93
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		97
BIBLIOGRAFÍA		99
Anexo I	Mapa geológico	101
Anexo II	Perfiles geológicos	103
Anexo III	Mapa de DMR y muestras de mano	105
Anexo IV	Mapa geomorfológico	107
Anexo V	Mapa de suelos	109
Anexo VI	Descripción de secciones delgadas	111

ÍNDICE DE TABLAS

1	Vértices del área de investigación	7
2	Escala de meteorización de rocas	22
3	Fallas normal puras, normales sinestrales y normales dextrales	56
4	Fallas inversa puras, inversas sinestrales e inversas dextrales	58
5	Fallas dextrales normales, dextrales inversas y dextrales puras	60
6	Fallas sinestrales normales, sinestrales inversas y sinestrales puras	61
7	Valores del grado de pendiente y su clasificación	64
8	Relación de las unidades y subunidades geomorfológicas	64
9	Ubicación y direcciones de cárcavas	67
10	Ubicación y direcciones de flujo de detritos	68
11	Ubicación y dirección de deslizamiento rotacional	69
12	Ubicación y direcciones de deslizamientos traslacionales	70
13	Relación de las unidades geomorfológicas y el relieve	74
14	Geometría de esfuerzos en estructuras de deformación frágil	89
15	Elipse de deformación local	90

ÍNDICE DE MAPAS

1	Accesos locales al área de estudio	10
2	Ordenes de la red de drenaje	18
3	Red Fluvial del área de investigación	20
4	Modelo de elevación digital	29
5	Lineamientos estructurales	52
6	Mapa de pendientes	63

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Ubicación de área de investigación geológica	8
2	Mapa Regional de accesos	9
3	Columna litoestratigráfica regional	14
4	Elipse de deformación de movimiento sinistral	15
5	Mapa tectónico regional	16
6	Provincias Fisiográficas de Guatemala	28
7	Diagrama de Streckeissen	44
8	Orientación de DMR	46
9	(a) polos de planos de foliación (b) Roseta de foliación	53
10	(a) polos de foliación de milonita (b) Roseta de foliación de milonita	54
11	Fallas normal puras, normales sinestrales y normales dextrales	57
12	Fallas inversa puras, inversas sinestrales e inversas dextrales	59
13	Fallas dextrales normales, dextrales inversas y dextrales puras	60
14	Fallas sinestrales normales, sinestrales inversas y sinestrales puras	62

15	Fracturas	63
16	Orientación de diques de magma residual	78
17	Cuerpos pegmatíticos según condiciones de emplazamiento	79
18	Estratigrafía del área de estudio	81
19	Orientación de foliación	82
20	Orientación de foliación de milonita	82
21	Esfuerzos en fallas normales	84
22	Esfuerzos de falla inversas	84
23	Esfuerzos de fallas dextrales F1	85
24	Esfuerzos de fallas dextrales F2	86
25	Esfuerzos de fallas sinestrales F1	86
26	Esfuerzos de fallas sinestrales F2	87
27	Fracturas	94

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	(a) Surco (b) Terraza aluvial	26
2	Filita en caserío Los Planes	36
3	Minerales en lámina delgada de FS-02	37
4	Minerales en lámina delgada de FS-09	39
5	Minerales en lámina delgada de FS-23	40
6	Minerales en lámina delgada de FS-10	41
7	Granito intruído por dique de monzodiorita	42
8	Minerales en lámina delgada de FS-29	43
9	DMR en (a) caserío Los Planes (b) aldea La Vegona	45
10	Zona de cizalla sobre Río Guaranjá	47
11	Minerales en lámina delgada FS-24	48
12	Minerales en lámina delgada FS-15	48
13	Minerales en lámina delgada de FS-28	49
14	Aluvión sobre (a) Río Guaranjá (b) afluente de Río Guaranjá	50
15	Coluvión sobre La Quebradona	51
16	Pliegue sobre (a) Río Guaranjá (b) afluente del Río Guaranjá	55
17	Cresta y Laderas de pendiente fuerte	66
18	Cárcavas en laderas ubicadas del Río Guaranjá	67
19	Flujo de detritos en (a) Río Guaranjá (b) aldea Cumbre Alta	66
20	Deslizamiento trasnacional sobre CA-5	71
21	Valle aluvial	72
22	Terrazas aluviales	73

RESUMEN

El proyecto tiene por nombre: PETROLOGÍA EN ZACAPA: Modelo petrológico del Plutón La Unión en un área de 24 km² a escala 1:25 000. El estudio se desarrolla con el fin de analizar los aspectos lito-estructurales y geomorfológicos de la zona, con la finalidad de enriquecer la información geológica a una escala que muestre más detalles sobre dicho territorio.

Las litologías se definieron como unidades informales en base a datos de campo y análisis petrográfico. Donde se definieron cinco unidades, la Unidad de Filita (Fi) que forma el basamento de la localidad, y se encuentra intruído por la Unidad de Granito (Gr), la cual presenta una secuencia de rocas ígneas intrusivas las cuales se encuentran gradando mineralógicamente de gabro, tonalita, granodiorita hasta granito. Además posee evidencias granulométricas y litoestructurales que refieren que tuvo su etapa de cristalización en la zona transicional frágil-dúctil. Dicho cuerpo ígneo es intruído por la Unidad de Monzodiorita (Md), seguido de la formación de los depósitos la Unidad de Coluvión (QCo) y Unidad de Aluvión (QAI) respectivamente.

La geología estructural que se desarrolla en el área de investigación cuenta con una serie de estructuras geológicas con una dominancia del nivel frágil con respecto a esfuerzos deformacionales; los cuales evidencian una cinemática local tipo sinestral. El modelo propuesto para la presente investigación posee sus esfuerzos principales que presentan una dinámica para Sigma 1 N053,3° y para Sigma 3 N328,6°.

La geomorfología de la localidad se clasificó en unidades y subunidades en base a la forma que le otorgan al relieve y su génesis; siendo estas las de origen agradacional, denudacional y antrópico. Las formas de origen agradacionales y denudacional son producto de la dinámica fluvial y las formas de origen antrópico son generadas en base a las necesidades de la población.

INTRODUCCIÓN

La investigación consistió en el cartografiado geológico a escala 1:25 000 en La Unión, Zacapa, con el objetivo de determinar las características lito-estructurales que posee el Plutón La Unión en el sector cercano a la cabecera municipal, con el fin de proponer un modelo petrológico del intrusivo, según los modelos propuestos por Eduardo Llambías en su libro “Geología de los cuerpos ígneos”.

Los modelos propuestos por Llambías se fundamentan en una serie de características de campo de los intrusivos, donde resaltan las litoestructurales, en la cual se toma en consideración la orientación y forma de los diques de magma residual (DMR) que se forman posteriormente a la consolidación del intrusivo, debido al arreglo de campo que estos presenten, serán muy importantes para clasificar el cuerpo ígneo.

Para lo cual, fue necesario realizar estudios petrográficos de las rocas que conforman el intrusivo, medir la orientación en campo de los DMR, para proponer el modelo petrológico del Plutón La Unión, el cual por ser geología regional debía de encajar en un modelo de intrusivo tipo “Globoso”, según Llambías 2001.

CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes del problema

A nivel regional hay pocos antecedentes sobre la geología de la zona, únicamente la recopilación realizada por el Instituto Geográfico Nacional -IGN- (1969), el cual cuenta con una colección de mapas, incluyendo la hoja geológica Chiquimula a escala 1:250 000.

En dicho mapa se observan cerca de la zona, rocas metamórficas de bajo grado (Filita San Diego) en contacto fallado con rocas metamórficas de alto grado (Complejo Las Ovejas). Estas rocas metamórficas se encuentran albergando varios intrusivos, en la zona central (Plutón Chiquimula) y al noroeste (Plutón La Unión), etc.

Lawrence (1981) describió la Filita San Diego como rocas metamórficas de bajo grado con facies de esquistos verdes: compuesta por filita, esquistos y pizarra con interestratificaciones delgadas de cuarcita. El examen petrográfico de las rocas, reveló principalmente cuarzo y moscovita, con algo de clorita y pirita.

La ausencia de exposiciones continuas, así como el plegamiento intenso dificultan la estimación del espesor de la unidad. No obstante, en el cuadrángulo Chiquimula la exposición al SW de San José La Arada se estima que tiene un espesor mínimo de 2 000 metros. El espesor máximo de la secuencia puede ser mayor.

U. Martens, et. al. (2012) en su investigación “*The Chortís Block-Southwestern México Connections*” realizaron dataciones en circones por el método U-Pb, obteniendo fechamientos de 990-1100 Ma. para la Filita San Diego y para el Granito 356+5 Ma. En dicha publicación fue denominado como “Granito La Unión” obteniendo una edad Jurásico medio distinta al del Plutón Chiquimula.

1.2 Planteamiento del problema

El área de investigación cuenta con pocos antecedentes, siendo estos la hoja cartográfica La Unión a escala 1:50 000 y la hoja geológica Chiquimula a escala 1:250 000, por lo cual se sugirió realizar un cartografiado a escala 1:25 000 para observar los rasgos del intrusivo y su comportamiento.

1.2.1 Delimitación

a) Espacial

La investigación tuvo como alcance, recolectar información en base a un cartografiado geológico de 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000; donde se observaron los rasgos lito-estructurales y geomorfológicos en los alrededores de la cabecera municipal de La Unión, Zacapa.

b) Temporal

El límite temporal que se tuvo para la ejecución de la investigación fue de 1 año, durante el cual se desarrollaron las actividades de recolección bibliográfica, etapa de campo, análisis de laboratorio y etapa de gabinete.

1.2.2 Justificación

Tanto los resultados del análisis petrográfico como los obtenidos en el campo, servirán como base para la propuesta del modelo petrológico al que pertenece el intrusivo de La Unión. Además de generar conocimiento sobre la geología local, se pretende aportar las bases para una actualización de la geología de Guatemala, en especial tomando en cuenta que el área se encuentra en el bloque Chortí con geología muy compleja y poco estudiada.

1.2.3 Pregunta de investigación

¿Cuál es el modelo petrológico al que responde el Plutón La Unión?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Establecer la geología de un área de 24 kilómetros cuadrados cartografiada a una escala 1:25 000 en el municipio, La Unión Zacapa.

1.3.2 Específicos

Analizar a través de estudios petrográficos las rocas ígneas intrusivas que se localizan en la sección cercana a la cabecera municipal de La Unión, Zacapa.

Medir la orientación en campo de los diques de magma residual como componentes principales en el intrusivo.

Proponer el modelo petrológico de intrusivo al que pertenece el Plutón de La Unión Zacapa en base a sus características litoestructurales, tomando en cuenta los criterios propuestos por Llambías.

1.4 Hipótesis

Se plantea que el intrusivo poseerá varias etapas de cristalización y además corresponderán a un modelo petrológico tipo globoso, esto tomando en cuenta la heterogeneidad de las masas. Siendo así este contendrá a su vez diques orientados al azar y con características de magma residual.

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1 Localización geográfica

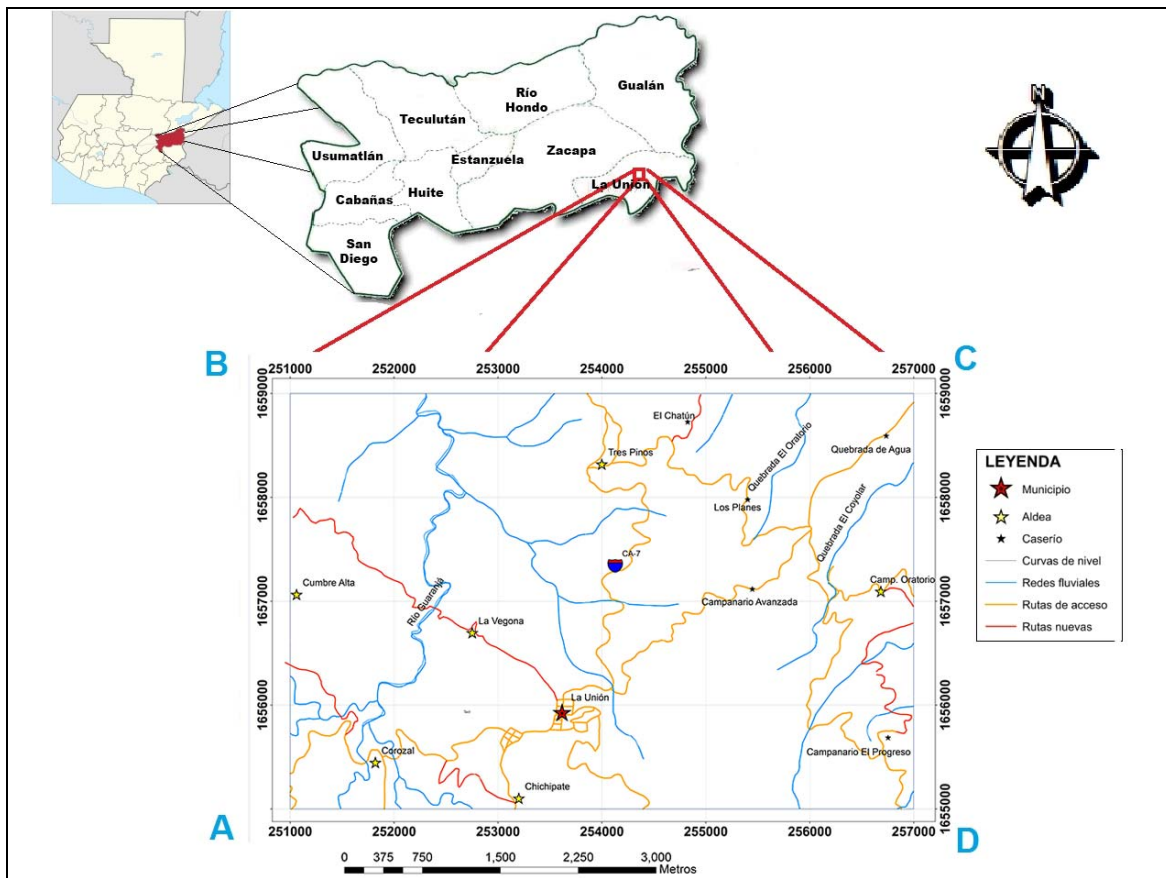
El área de investigación geológica se encuentra ubicada en la hoja cartográfica “La Unión” (2360IV), siendo sus límites espaciales establecidos en la Tabla 1 en coordenadas UTM WGS84.

**TABLA 1
VÉRTICES DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

Coordenadas UTM, WGS84, Zona 16N		
Vértice	Este	Norte
A	251000	1655000
B	251000	1659000
C	257000	1659000
D	257000	1655000

Fuente: Investigación de campo 2013

FIGURA 1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA



Fuente: Investigación de campo 2013

2.2 Vías de acceso

Regionalmente se puede acceder a la zona de investigación por diversas vías; pero la mejor se encuentra señalada en la Figura 2, en la cual se evidencia el tramo carretero que implica transitar (Desde Guatemala) la CA-9 desde Ciudad Guatemala hacia Gualán y luego la CA-5, el cual conecta el municipio de Gualán y La Unión con 195 km de distancia. Además desde ciudad Cobán, cuenta con 241 km. de distancia, para lo cual se debe transitar por CA-14 de Cobán hacia El Rancho aproximadamente 128 kilómetros, luego la CA-9 de El Rancho hacia Gualán unos 81 km. y por último la CA-5 por 32 km. (Figura 2).

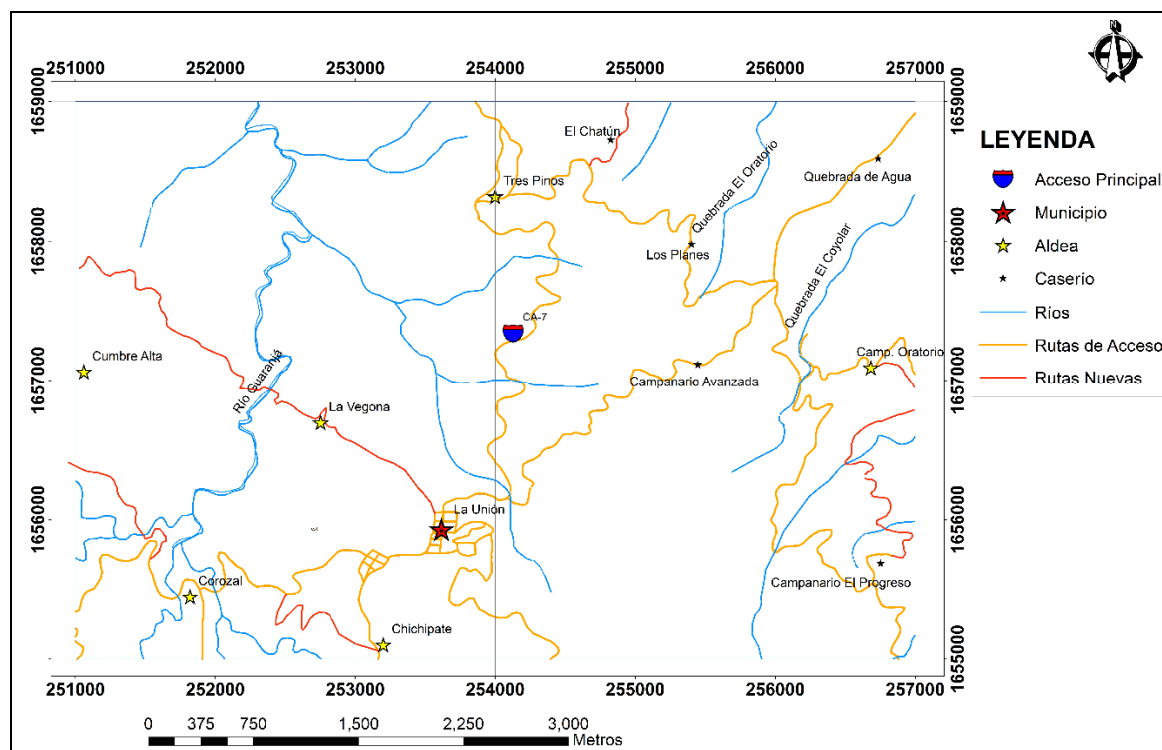
FIGURA 2
MAPA REGIONAL DE ACCESOS AL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Modificado de Google Earth, Año 2013

El Mapa 1 muestra los accesos de manera local que existen en el área de investigación, todos ellos son de terracería a excepción de la ruta CA-5 que es un acceso vial que conecta al municipio de La Unión y Gualán, Zacapa por medio de 32 km de asfalto.

MAPA 1 ACCESOS LOCALES AL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Investigación de campo 2013

2.3 Geología regional

Guatemala se encuentra dividida en dos bloques: bloque Maya y bloque Chortí, unidos por la zona de sutura del Motagua que cuenta con características de ambos bloques. Dichos bloques se encuentran formando el límite tectónico entre la Placa Norteamericana y la Placa Caribe, que constituyen el contexto tectónico regional que ha afectado a lo largo del tiempo geológico. Para una mejor percepción de la estratigrafía regional se caracterizó de forma cronológica a través del tiempo, en orden de la más antigua a la más reciente.

2.3.1 Litoestratigrafía

a) Estratigrafía del Precámbrico:

1) Filita San Diego

Inicialmente fue descrita por Lawrence, David (1975) como: rocas metamórficas de facies de esquistos verdes, compuestas por filita, esquistos y pizarra con interestratificaciones delgadas de cuarcita.

Ortega, Fernando, et. al. (2006) en su trabajo *The Maya-Chortis boundary: a tectonostratigraphic approach* indica:

“La secuencia en la región de San Diego - La Unión localizada entre las fallas Motagua y Jocotán consiste en rocas de muy bajo grado libres de carbonato, con unidades laminares de siliciclásticos que varían de metapelitas oscuras a esquistos feldespáticos y conglomerados de grano fino con clastos de chert, cuarcitas y venas de cuarzo y remanentes de pirita.”¹

U. Martens et. al. (2012) en su investigación *“The Chortis Block-Southwestern México Connections: U-Pb Zircon Geochronology”* dataron circones por medio del método U-Pb en el cual obtuvieron varios resultados para la Filita San Diego siendo las más jóvenes 520-555 Ma.; pero la mayoría de circones reflejan un rango de 890-1400 Ma.

¹ Fernando Ortega Gutiérrez. *The Maya-Chortis Boundary: A Tectonostratigraphic Approach*, (México: 2006), P24

b) Estratigrafía del Mesozoico:

1) Plutón la Unión

Ortega, Fernando, et. al. (2006) en su trabajo *The Maya-Chortis boundary: a tectonostratigraphic approach* indica:

“A lo largo del valle del Motagua y al sur de la Falla del Motagua, varios cuerpos intrusivos como El Complejo Las Ovejas y la filita San Diego, poseen una edad aparente en base a Rb/Sr y $^{39}\text{Ar}/\text{Ar}^{40}$ con edades de 104 a 35 Ma.”²

U. Martens, et. al. (2012) en su investigación *“The Chortís Block-Southwestern México Connections: U-Pb Zircon Geochronology”* sugieren una edad para el Plutón La Unión de jurásica media. En dicha publicación le denominan al “Plutón La Unión” como “Granito La Unión” siendo este más antiguo que el Plutón Chiquimula que posee una edad Cretácica Superior.

c) Estratigrafía del Cenozoico:

1) Aluvión

Unidad constituida por una serie de depósitos que se localizan sobre las redes fluviales. Leal, Dulce (2012) en su trabajo de EPS “Evaluación de

² Ibídem, 31.

susceptibilidad por deslizamientos en un área de 8 km² en el casco urbano de La Unión” argumenta:

“Dicha unidad se encuentra principalmente alrededor del río La Jigua, dirigiéndose de Norte a Sur, aunque también rodea varias de las quebradas. Posee bloques subredondeados a redondeados que van desde los pocos centímetros hasta los 3 metros aproximadamente y están constituidos por granito, peridotita, esquistos, filitas. Existe abundante arrastre de material fino, tal como lo es la arena.”³

2) Coluvión

Unidad constituida por una serie de deslizamientos ubicados en diversos puntos del área. Leal, Dulce (2012) en su trabajo de EPS “Evaluación de susceptibilidad por deslizamientos en un área de 8 km² en el casco urbano de La Unión” sostiene:

“Se localizó en por lo menos 4 puntos de la unidad de práctica, tanto inmersa en la unidad de filita como en la unidad de intrusivo, en zonas de pendiente relativamente plana y consideradas inestables en cuanto a deslizamientos se refiere.”⁴

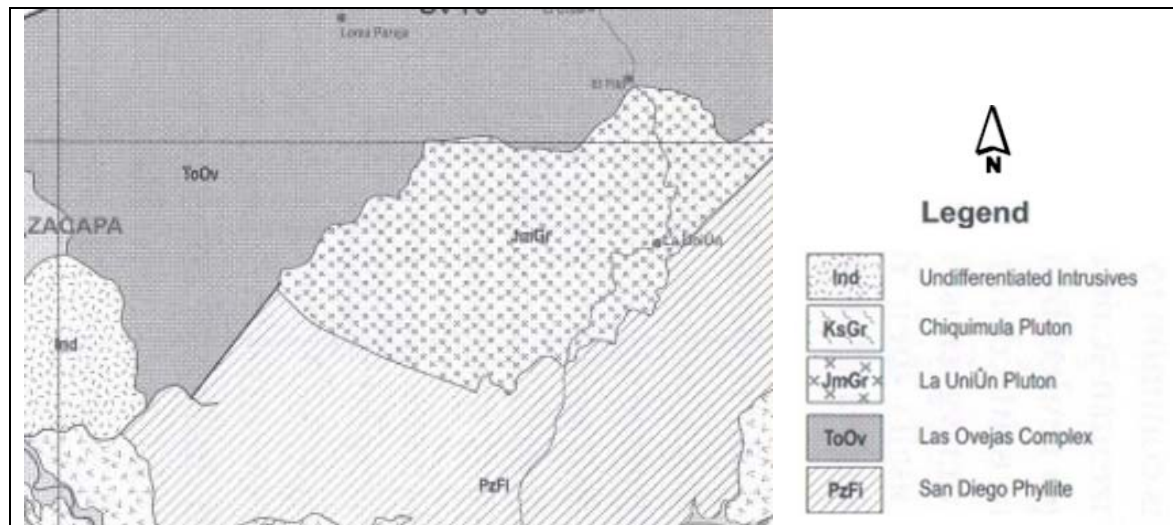
La litoestratigrafía se desarrolla en torno a la disposición de las unidades en relación de unas con otras a través de relaciones estratigráficas ya establecidas en las que se ordenan los eventos cronológicamente para establecer la secuencia de eventos de formación de cierta zona.

³ Ibídem, 26.

⁴ Dulce Leal Sosa. Evaluación de susceptibilidad por deslizamientos en un área de 8 km² en el casco urbano del municipio de La Unión, (Marzo 2012). 27.

Uwe Martens, et. al. (2012) en su publicación “*The Chortís Block-Southwestern México Connections: U-Pb Zircon Geochronology*” propusieron la columna litoestratigráfica (por tipo de roca) regional donde se observan las relaciones entre unidades, en el cual se logra observar que Filita San Diego y el Complejo Las Ovejas son la roca caja del Plutón La Unión. (Figura 3)

FIGURA 3
COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA REGIONAL



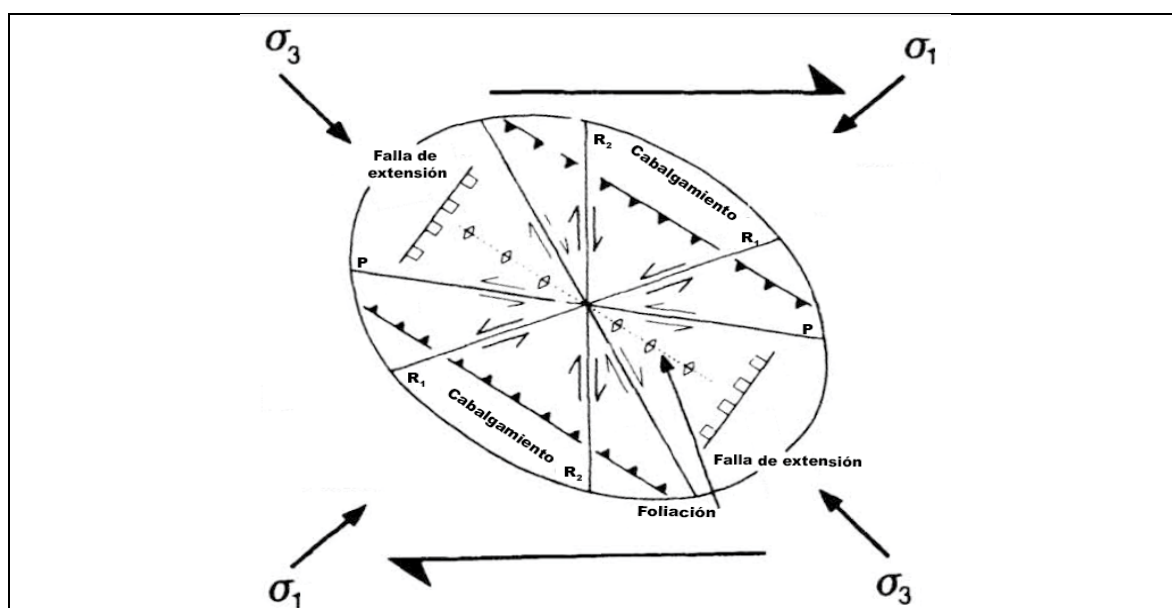
Fuente: U. Martens, et. al. *The Chortís Block-Southwestern México Connections: U-Pb Zircon Geochronology*, 2012, 293.

2.3.2 Tectónica

El Bloque Chortí forma parte de la Placa del Caribe y se localiza al sur de la falla Motagua. Posee un basamento metamórfico con rocas de alto grado (Complejo Las Ovejas) y otras de bajo grado (Filita San Diego) con edades indefinidas que se modifican por autor y método; además es albergue del Plutón Chiquimula y Plutón La Unión, etc.

El área se encuentra en una región de rocas metamórficas e ígneas, estas se encuentran asociadas con la zona de falla Motagua y Jocotán, donde la Filita San Diego forma una “cuña” que inicia en el centro del país y se extiende hacia el oriente y se encuentra cabalgando sobre el Complejo Las Ovejas. Los sistemas de fallas Motagua y Jocotán se desplazan con un movimiento sinestral (Figura 4) O-E.

FIGURA 4
ELIPSE DE DEFORMACIÓN DE MOVIMIENTO SINESTRAL



Fuente: *The mapping of geological structures*, Ken McClay (2007), *Department of Geology, Royal Holloway University of London*, Elipse de Deformación, Sinestral.

La falla Motagua es de tipo transformante sinestral se localiza en la zona central del país y forma lo que se le denomina Valle del Motagua ya que sigue el curso del río Motagua.⁵

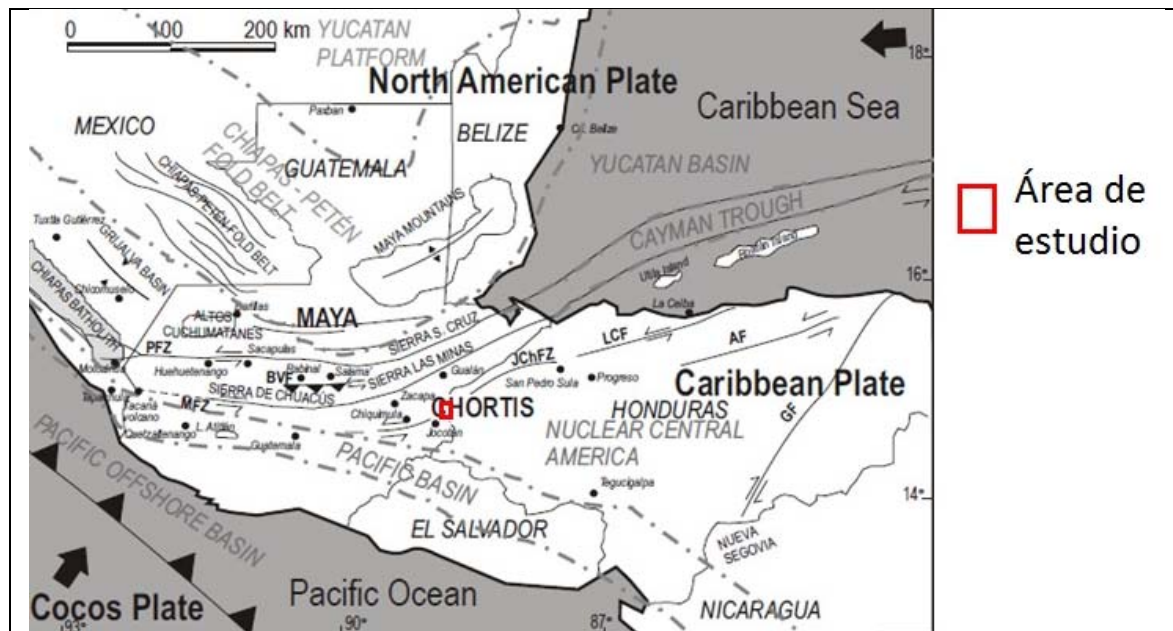
⁵ T. W. Donnelly, G. S. Horne, y Otros. *Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. Traducido por Mauricio Chiquín Yoj. 21.

La falla Jocotán se encuentra al sur de la zona de la Falla del Motagua y al igual que esta, es de movimiento sinestral y más hacia el Oeste, se encuentra cubierta de materiales volcánicos del Terciario y Cuaternario por lo que no hay evidencias concretas de su continuidad.⁶

En el trabajo de T. W. Donnelly, et. al. titulado *Northern Central America, The Maya and Chortis Blocks* se describe:

“El bloque Chortí está definido clara y marcadamente al noroeste por la zona de falla Motagua y al sudoeste por la Fosa Mesoamericana, margen de la Placa de Cocos (Figura 5). El límite sur del basamento del bloque Chortís ha sido cubierto por rocas volcánicas del Cenozoico.”⁷

FIGURA 5
MAPA TECTÓNICO REGIONAL



Fuente: Fernando Ortega Gutiérrez, *The Maya-Chortís Boundary: A Tectonostratigraphic Approach*, (México: 2 006), 68.

⁶ *Ibidem*,. 21

⁷ *Ibidem*,. 21

2.3.3 Geomorfología

a. Hidrogeología

Guatemala está dividida en tres vertientes: hacia el Océano Pacífico, hacia el Mar Caribe y hacia el Golfo de México. El área que drena hacia el Océano Pacífico es el 22,0% de área total del país, mientras que el área que drena hacia el Mar Caribe es de 31,0% y hacia el golfo de México es el 47,0%.

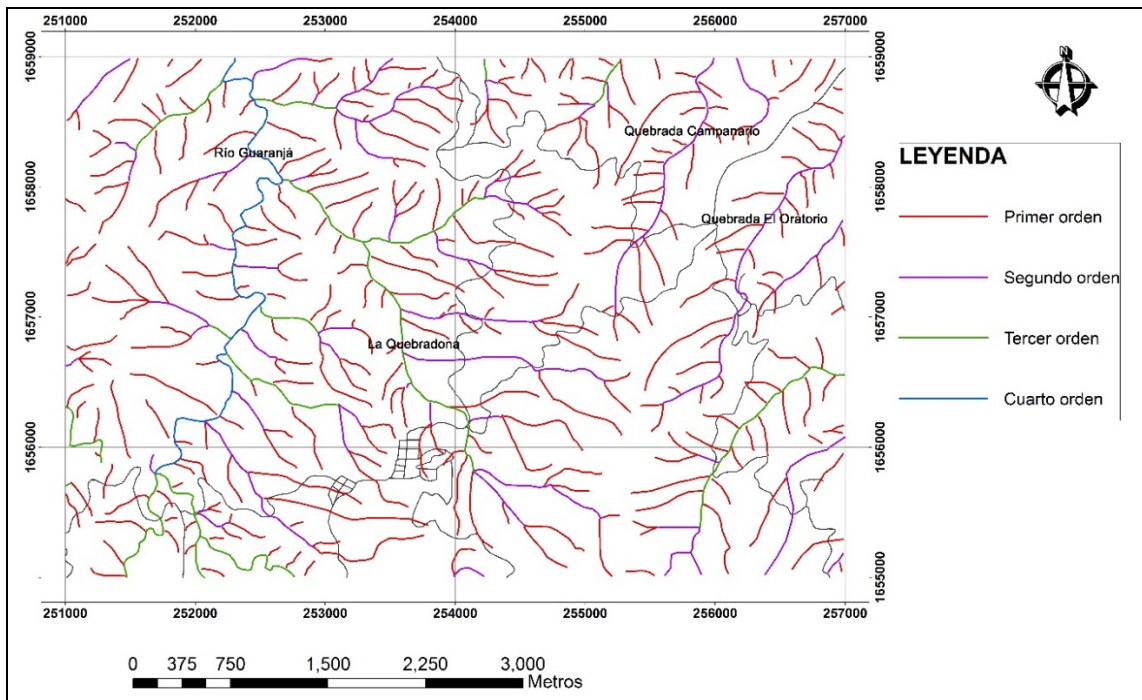
El drenaje natural de corrientes de agua en la localidad se encuentra dirigido al norte hacia el Río Motagua. El área no cuenta con ríos caudalosos, sino que con un conjunto de quebradas que vierten hacia el norte. (Mapa 4).

1. Orden de la red de drenaje

Para la estimación del orden de la red de drenaje se siguió el modelo de Marta Gonzales (2000), docente de la Universidad Politécnica de Madrid donde se detallan los órdenes en función de las redes de drenaje.

El mapa 2 representa las órdenes de la red del drenaje que poseen un rango de 1 a 4, y apoyado con dicho modelo se puede determinar el límite tanto de la cuenca como de las microcuencas.

MAPA 2 ORDENES DE LA RED DE DRENAJE



Fuente: Investigación de campo 2013

La red de primer orden es la que se origina con la acción de lluvia; que produce una escorrentía que desciende por las laderas, es de tipo efímero. Mientras que la red de segundo orden corresponde a quebradas.

La red de tercer orden, transporta agua de forma perenne como lo es La Quebradona; tiene aporte de las redes de primer y segundo orden, se refiere a cuerpos de agua con caudal más ancho y con mayor densidad de flujo, y la red de orden 4 pertenece a otra red perenne como lo es el Río Guaranjá.

2. Configuración del drenaje

De acuerdo al análisis del modelo de red de drenaje, y las pendientes se logran observar los siguientes patrones dentro del área del estudio: sub paralela y dendrítica.

Patrón de drenaje Sub-paralelo

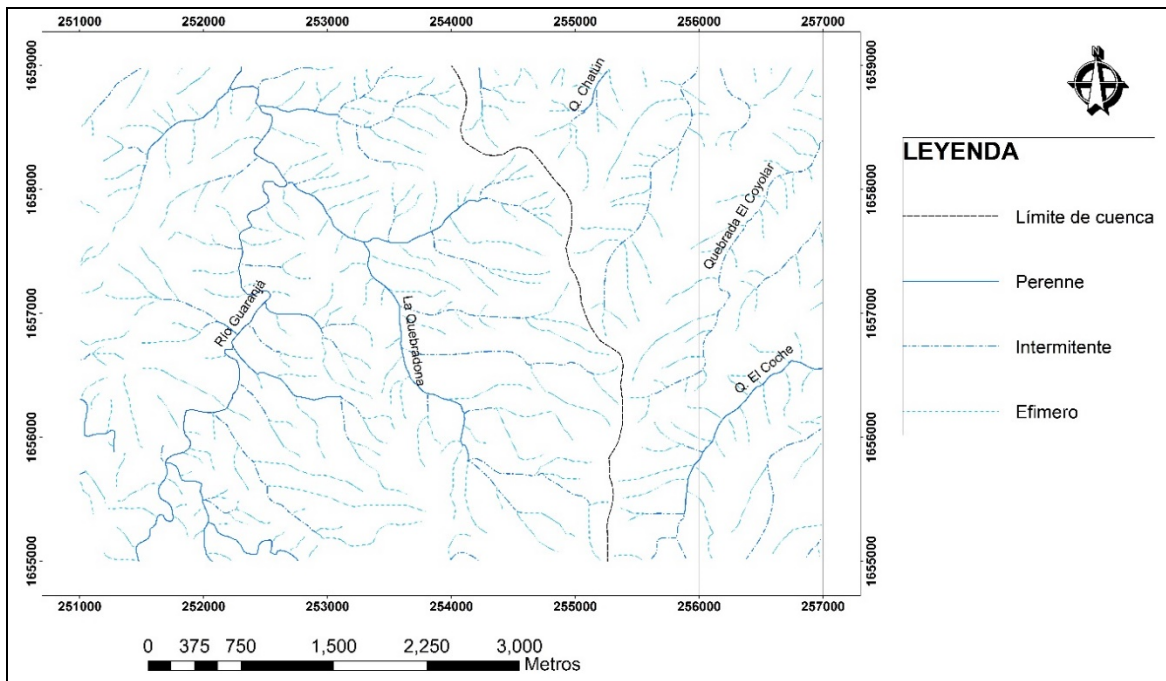
Este tipo de drenaje se origina en pendientes abruptas que contrasta con rasgos topográficos como se encuentra al noreste del área de investigación. No es correcto considerársele paralela ya que no hay homogeneidad entre las corrientes de primer orden o efímeras, (Mapa 3)

Patrón de drenaje Dendrítico

Este patrón de drenaje es el más representativo al norte, noroeste y sur del área de investigación, debido a cambios abruptos en la pendiente altas que muestran una tendencia de mayor resistencia a la erosión.

Se origina en las partes más altas, debido a corrientes que se generan en laderas de mayor pendiente, no muestra un patrón en particular y no permiten evidenciar una relación estructural directa, (Mapa 3).

MAPA 3 RED FLUVIAL DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Investigación de campo 2013

b. Clima y vegetación

El municipio se caracteriza por tener un clima vinculado con la topografía, siendo este semi-cálido con invierno húmedo y sin estación seca definida (clasificación de Thornthwaite). La temperatura que se desarrolla de manera promedio anual es de 15,0°C (min) 21,7°C (media) y 26.8°C (máx) con una humedad relativa anual promedio del 80,0%.⁸

Según datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), la variación en la temperatura posee gran influencia de las altas tasas de deforestación, incendios forestales así como

⁸ Alva Barrera, Mario Estuardo, et. al. (2009), Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. p62.

efectos producidos por el fenómeno meteorológico como el niño, la niña y otros catastróficos como las tormentas tropicales Mitch y Stan.

La velocidad de los vientos en la región de La Unión, se promedió para el año 2008 en 4,2 km/h, cantidad registrada como la más alta durante los últimos cinco años, debido a los fenómenos naturales y a las variaciones climáticas que se sufrieron en este año. En cuanto a la precipitación anual promedio corresponde a 2 259,3 mm y que se tiene una tasa de evaporación anual de 2,1 mm.

El Municipio se distingue igual que todo el país, por tener dos estaciones: Seca, de noviembre hasta abril y lluviosa, de mayo a octubre; aún en la época seca se presentan precipitaciones debido a la influencia del mar Caribe, esto da como resultado un promedio de nubosidad de 6 octas, lo que indica que los cielos estuvieron parcialmente despejados. Debido su clima y sus grandes recursos naturales es denominado “El Oasis del Oriente”.

El Instituto Nacional de Bosques (INAB) posee un registro de 57 especies de árboles madereros y otros utilizados por los comunitarios como leña, siendo estos: *Licania arborea* Seem, *Casuarina equisetifolia*, *Quercus brenesii* Trel, *Licania arborea* Parecer. *Liquidambar styraciflua*, *Cedrela salvadorensis* Standl, *Brunellia costaricensis* Standl, *Ceiba pentandra* (L.), *Carapa guianensis* Aubl. *Bombacopsis sessilis*, *Acacia angustissima*, *Trema integerrima*, *Acacia angustissima*, *Dipteryx panamensis*, *Herrania purpurea*, entre otros.

c. Suelos

1. Meteorización

En la zona de estudio predomina la meteorización química, debido a la acción de clima, vegetación e intemperismo favoreciendo a los agentes erosivos y meteorizantes.

El grado de meteorización que afecta a las diferentes unidades van de grado III a IV (Ver Tabla No. 2), siendo La Quebradona y Río Guaranjá las localidades donde la roca mantiene meteorizaciones de grado I y II donde es necesario el implemento piqueta, barreno y cuñas para su extracción.

TABLA 2
ESCALA DE METEORIZACIÓN DE ROCAS

Grado de meteorización	Denominación	Criterios de reconocimiento
I	Sana	Roca no meteorizada, conserva color y brillo
II	Sana con fracturas teñida de óxidos	Las caras de las fracturas están manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre ellas mantiene el color y el lustre de la roca sana.
III	Moderadamente meteorizada	Meteorización de la petrofábrica reconociéndose el cambio de color respecto de la roca sana.
IV	Roca muy meteorizada	Roca intensamente meteorizada, se reconocen sus elementos aunque puede romperse y desmenuzarse en la mano.
V	Completamente meteorizada	Material con aspecto de suelo, completamente descompuesto por meteorización in situ, en el cual se puede reconocer la roca original.

Fuente: Ramírez Oyanguren, Pedro, et al. "Mecánica de rocas: Fundamento e ingeniería de Taludes. Universidad Politécnica de Madrid (2004). p191.

2. Suelo

La “Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE-MAGA) en conjunto con el “Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID)” realizaron una recopilación denominada “Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250 000” (2001) en la cual establecen un amplia gama de suelos que se desarrollan a nivel nacional.

Se realizó un estudio titulado “Diagnostico Socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión” y según Alva, Mario et. al. (2009) el municipio de La Unión Zacapa cuenta con 5 tipos de suelo siendo estos: Altombrán (Ab), Taguayní (Ta), Telemán (Te), Jigua (Jg), Jalapa (Jl) y Suelos del Valle.

En el área de investigación geológica se logran identificar solamente 2 tipos de suelo siendo estos: Altombrán (Ab) y Telemán (Te) (Anexo III). Dichos suelos cuentan con sus características como:

Altombrán (Ab)

Son suelos originados de granito intemperizado, ocupa un área de 9,85 kilómetros cuadrados, su drenaje interno es bueno y moderado, adaptados para pastos, solo las partes planas podrían adaptarse para cultivos limpios, poseen alta

capacidad de abastecimiento de humedad, lo cual indica que no posee límite en la penetración de agua en las raíces; pero con alto peligro de erosión.

En la superficie presenta color beige—amarillento, la textura y consistencia es franco-arenoso, este tipo de suelo se encuentra en las aldeas Cumbre Alta, Tres Pinos, La Unión La Vegona y Campanario.

Telemán (Te)

Son moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre filitas en un clima cálido ó ocupan relieves inclinados a altitudes medianas.

El suelo abarca un área superficial de 14,15 kilómetros cuadrados, es franco limoso, café oscuro, la estructura es granular. El subsuelo más profundo, es arcilla café rojiza, la estructura es cúbica. Este tipo de suelo se encuentra en los caseríos de Campanario El Progreso, Avanzada y Oratorio.

3. Erosión

Los tipos de erosión que tienen efecto en el área son dos esencialmente: el escurrimiento superficial y la erosión fluvial.

Donde domina la cubierta vegetal en el área de investigación se encuentra con grados erosivos

menores dando origen a suelos orgánicos que varían de centímetros hasta 2 metros de espesor.

Escurrimiento superficial

Cuando el clima genera lluvias la superficie del área se encuentra vulnerable ya que estas provocan corrientes de agua que descienden por las laderas en busca de menores altitudes por acción de la gravedad provocando erosión en el suelo, donde existe poca vegetación más perceptible.

La Fotografía 1 (a) muestra un surco provocado por escurrimiento superficial, visto de sureste a noroeste sobre una vía de acceso en La Vegona con dirección de flujo N345°.

Como resultado en regiones donde la vegetación es abundante, el escurrimiento une los patrones de drenaje efímeros sin provocar mayor erosión superficial.

Erosión fluvial

Es generada por las principales redes fluviales como la Quebradona y el Río Guaranjá etc., que generalmente atraviesan las diferentes unidades litológicas provocando el arrastre de fragmentos con distintos tamaños desde milimétricos hasta bloques métricos que evidencian la gran cantidad de energía que ha poseído el río en su momento.

La Fotografía 1 (b) muestra una terraza aluvial vista de sureste a noroeste sobre un afluente de La Quebradona que se ha formado a partir de la dinámica fluvial de dicho afluente y ha depositado partículas de diversos tamaños.

FOTOGRAFÍA 1
(a)SURCO (b) TERRAZA ALUVIAL



Fuente: Investigación de campo 2013

d. Relieve

Guatemala está dividida por once regiones fisiográficas, siendo una diferencia muy marcada entre ellas el tipo de litología predominante, en cuanto al municipio de La Unión, se encuentra ubicado dentro de lo que se reconoce como "Tierras altas cristalinas"

La “Unidad de Políticas e Información Estratégica” (UPIE-MAGA) en cooperación con el “Programa de Emergencia por Desastres Naturales” (MAGA-BID), han realizado una recopilación que se le ha denominado “Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250 000” (2001) en la cual se detalla lo siguiente:

“El Intrusivo Chiquimula está comprendido dentro de las tierras altas cristalinas que se encuentra entre las fallas del río Motagua y las del río Jocotán. Comprende toda la parte montañosa del Norte del Departamento de Chiquimula y parte del Departamento de Zacapa (hasta Gualán). Esta unidad ocupa gran parte del territorio, tiene 30 km. de ancho por 80 km. de largo, con elevaciones que van de los 100 msnm. hasta más de 1 500 msnm en las serranías de Jocotán y Camotán.”⁹

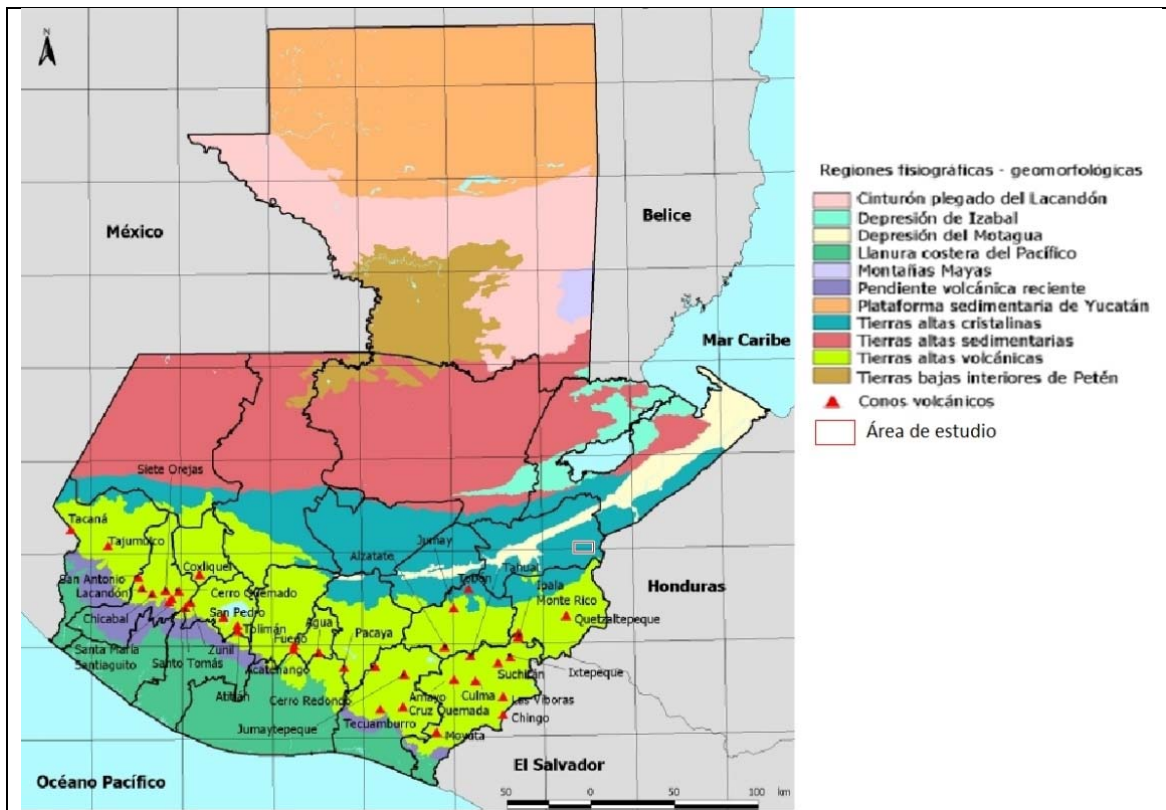
“Su estructura es complicada por la presencia de pliegues y fallas, siendo la orientación NE-SO las principales y N-S las secundarias. El flanco norte, que da al río Motagua, es más abrupto que el sur por donde pasa la falla de Jocotán y que sirve de límite entre las Tierras Altas Cristalinas y las Tierras Altas Volcánicas.”¹⁰

La Figura 6 muestra las regiones fisiográficas de Guatemala y se enmarcan las Tierras Altas Cristalinas, donde se encuentra la unidad de práctica, la cual se desarrolla en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, Quiché, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula e Izabal. Orográficamente, comprende algunas de las cadenas principales cadenas montañosas a nivel nacional como la sierra de las Minas, la sierra de Chuacús y las montañas del Mico.

⁹ Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250 000, Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE-MAGA) y Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). p60.

¹⁰ Íbidem, p60

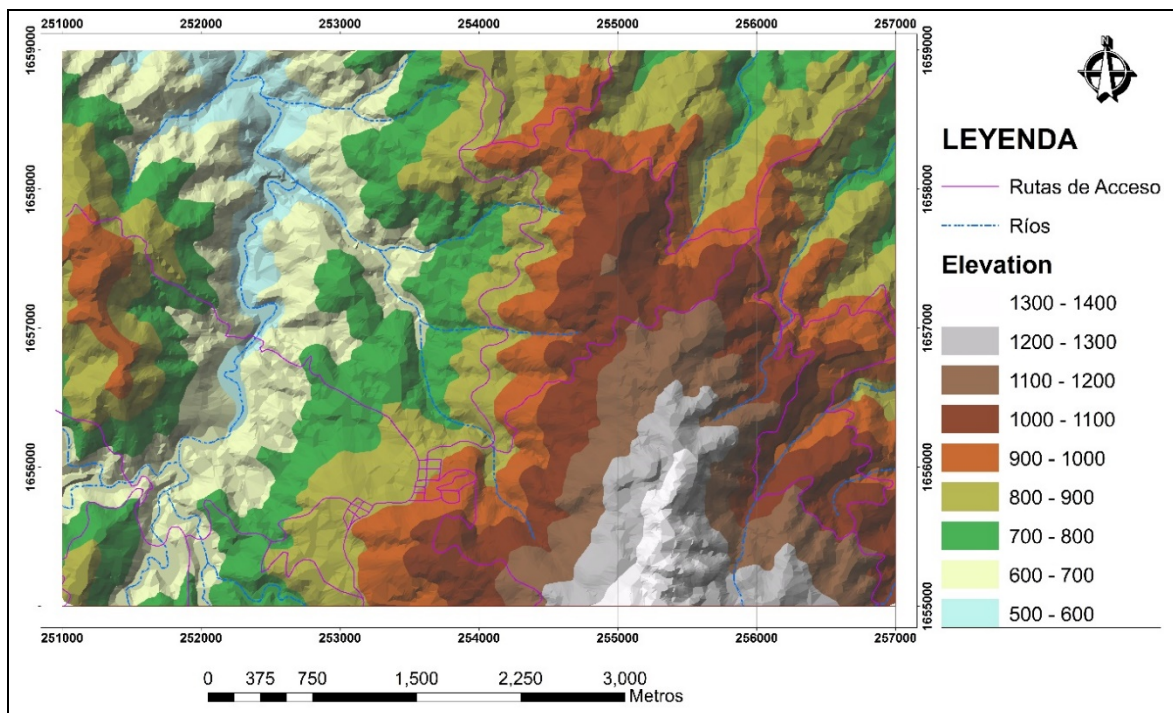
FIGURA 6
PROVINCIAS FISIográfICAS DE GUATEMALA



Fuente: Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250 000, Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE-MAGA) y Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). p46.

En un contexto más local, el área desarrolla diversos tipos de relieves que se encuentran influenciados por el clima, tectónica y litología respectivamente. El Modelo de elevación digital –DEM– (Mapa 4) evidencia un comportamiento de irregularidad del terreno, donde resalta la llanura del valle aluvial del Río Guaranjá, mostrando una pendiente suave a diferencia de sus afluentes como La Quebradona que muestran pendiente media.

MAPA 4 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Fuente: Elaboración a partir de mapa topográfico IGN 2360 IV "La Unión"

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Para realizar el proyecto de investigación geológica con éxito fue necesario establecer 4 etapas de trabajo denominadas: fase de diagnóstico, fase de campo, fase de laboratorio y fase de gabinete.

3.1 Fase de Diagnostico

Es la fase durante la cual se realizó la recopilación de información sobre el área de interés durante los primeros 6 meses del año. Se identificó la problemática geológica del lugar, mediante el cual se propuso el tema de investigación, tomando en cuenta los antecedentes bibliográficos con los que contaba la zona ó en cercanías del área de investigación.

3.2 Fase de Campo

Fue llevada a cabo durante 45 días entre los meses de Julio y Agosto, durante el cual se realizó un cartografiado geológico a escala 1:25 000 y se realizaron las observaciones respectivas por medio de guías de observación de acuerdo a la litología determinada con antecedentes previos e instrumentos para apuntes, así como de medición siendo estos: martillo, escala, lupa, brújula, GPS, entre otros.

En el campo se interrelacionaron los datos topográficos y geológicos de la siguiente manera:

a. Topográficos

De acuerdo a la fase de campo se utilizó para la medición GPS y Brújula debido a la escala manejada, para realizar caminamientos, identificar y ubicar los puntos de interés en el mapa base.

b. Geológicos

La identificación por afloramientos y la toma de datos de estructuras planares presentes por la regla de mano derecha y Dip/Dir para las estructuras lineales.

Se utilizaron guías de observación estructurada (Anexo VI) para un análisis de las rocas ya sea macroscópico o microscópico, de acuerdo a cada fase para una descripción más detallada.

3.3 Fase de laboratorio

Esta fase fue llevada a cabo por 30 días, durante los cuales se cortaron las muestras recolectadas en el campo al tamaño establecido por el laboratorio de la carrera, pulido y pegado en portaobjetos con la finalidad de luego ser desgastados para ser sometidas a estudio petrográfico.

En dicho análisis se realizó un conteo de minerales mayoritarios para establecer gráfica y estadísticamente el tipo de roca en observación siempre tomando en cuenta las características ópticas de los minerales visualizados en cada lámina delgada.

3.4 Fase de gabinete

Esta etapa constó del análisis de los datos estructurales y litológicos recolectados en el campo así como también los datos obtenidos mediante el análisis de las láminas delgadas en los cuales se pudieron definir con claridad las unidades ubicadas en el área de investigación geológica.

Las técnicas utilizadas para el análisis y correcta interpretación de los datos recolectados y observados en la etapa de campo fueron:

a. Análisis estadístico:

Diques: se evaluó la orientación y forma en el campo que presentaron dichas estructuras, ya que proporcionaron mucha información sobre la formación del plutón y fue interpretada por medio de diagramas de rosa.

Mineralogía: Se realizó un porcentual mineral durante el análisis microscópico para someterlo en el diagrama de Streckeissen –QAP- (1976) mediante los parámetros de cuarzo (Q), feldespatos alcalinos (A) y plagioclasas (P) para establecer la unidad ígnea en evaluación.

Fallas: Ya que por medio de geometría y conteo estadístico se definen los patrones de esfuerzos principales para establecer la elipse de deformación local.

b. Estudio de caso:

El Plutón La Unión: se contrastara con los modelos propuestos en el autor Eduardo Jorge Llambías en “Geología de los cuerpos ígneos” (2001).

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Generalidades

La zona está conformada por rocas ígneas intrusivas y rocas metamórficas intruídas por cuerpos ígneos laminares que se encuentran cubiertos por depósitos coluviales y aluviales.

4.1.1. Litoestratigrafía

La Unidad de Filita (Fi) forma el basamento del área y está intruída por la Unidad de Granito (Gr), este intrusivo se encuentra gradado composicionalmente desde sus costados hacia el núcleo del mismo presentando Diorita (Di), Tonalita (To), Granodiorita (Gd), Granito (Gr).

Tras la consolidación de este intrusivo, fue sometido a una inyección de magma máfico, forma así la Unidad de Monzodiorita (Md), que se relaciona mediante un contacto inconforme con la Unidad de Granito (Gr), Dichas unidades posteriormente fueron sometidas a un cizallamiento regional siendo afectadas de manera no uniforme en algunos sectores.

Posterior a las unidades mencionadas se encuentra la Unidad de aluvión (QAI), formada por depósitos aluviales formados por el arrastre de fragmentos hacia las más someras por las redes fluviales principales de la localidad y finalmente la Unidad de Coluvión (QCo) compuesta por deslizamiento de la Unidad de Granito y la Unidad de Filita (Fi).

4.1.2. Unidad de filita (Fi)

La unidad está compuesta por un cuerpo de roca metamórfico de bajo grado de coloración grisácea debido al contenido de materia orgánica con finos laminamientos de moscovita y en ocasiones presencia de pirita. Este cuerpo se encuentra espacialmente distribuido al sur y sur-este de la localidad foliado en dirección NE-SW regularmente y en algunas zonas se direcciona la misma hacia N-S e incluso NW-SE, producto de la influencia de la tectónica regional.

La Fotografía 2 muestra un afloramiento el cual es visto de noroeste a sureste, donde se observa filita con foliación N145°/75 y un fracturamiento N105°/50°, dicho filita presenta coloración grisácea por contenido de materia orgánica con algunas trazas de moscovita, clorita y relictos de pirita.

FOTOGRAFÍA 2 FILITA EN CASERÍO LOS PLANES



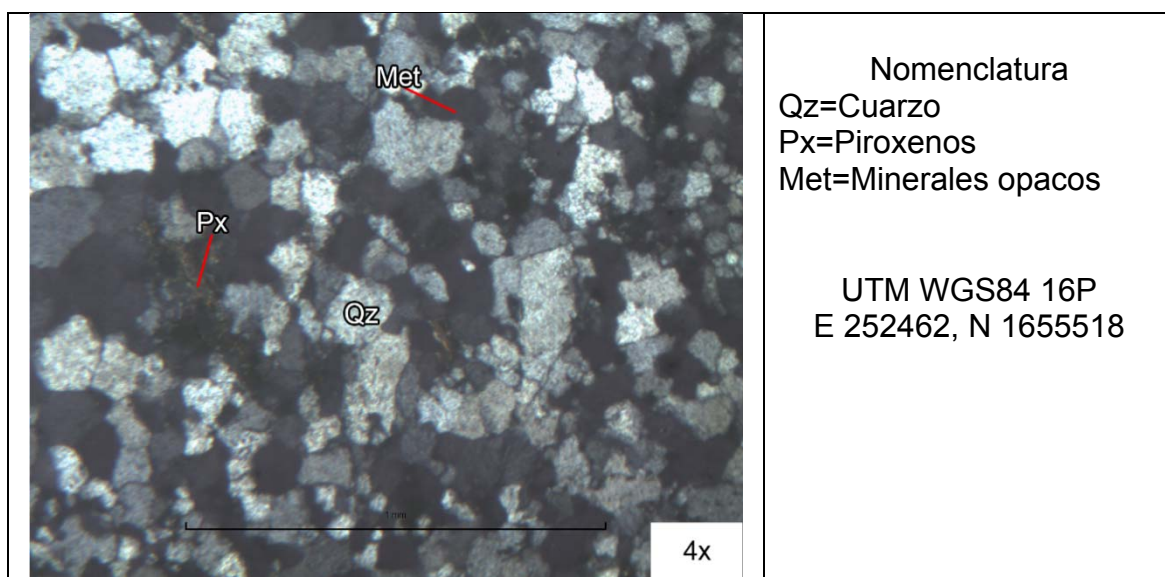
UTM WGS84: 16P 255100,1658125

Fuente: Investigación de campo 2013

Esta unidad se encuentra formando un contacto inconforme con la Unidad de granito (Gr) la cual generó una zona de metamorfismo térmico, alterando así la composición de las rocas metamórficas en esas zonas. Dicha zona de contacto es observable solo en algunos sectores del área de investigación y los contactos por lo regular son inferidos debido a la densidad boscosa que maneja la localidad. Cerca de la aldea Campanario Oratorio una zona donde es observable y posible establecer la presencia de Hornfelsa, la cual aunque no pertenece del todo a la Unidad de Filita es una alteración de la misma provocada por la interacción con el intrusivo, evidenciada por la silisificación la de dicha sección.

La fotografía 3 muestrasección delgada FS-02 que tras análisis petrográfico reveló que está compuesta de una mineralogía 97% de cuarzo, 2% piroxénos y 1% de minerales opacos, con una textura poligonal equigranular. (Anexo 4)

FOTOGRAFÍA 3 MINERALES EN LÁMINA DELGADA DE FS-02



Fuente: Investigación de campo 2013

4.1.3. Unidad de granito (Gr)

Esta unidad está compuesta por 4 unidades intrusivas, las cuales gradan desde sus límites extremos hacia el núcleo del mismo. Su composición pasa de abundancia de minerales de grano fino, melanocráticos y de alta temperatura (plagioclasas cálcicas) a minerales de grano grueso, leucocráticos, y de temperaturas más bajas (cuarzo, ortoclasa, hornblenda y plagioclasas sódicas).

Para su análisis petrográfico fue necesario recolectar 4 muestras, las cuales se tomaron en la zona cercana a La Quebradona debido a que es donde mejor puede observarse la gradación granulométrica y mineralógica del intrusivo.

Cabe mencionar que esta unidad se encuentra afectada por una zona de cizalla que se extiende de SW hacia el NE del área, esto es evidente sobre el Río Guaranjá y algunos de sus afluentes. En sección delgada existe la presencia de sericita lo cual evidencia que han sido afectadas por la cizalla debido a su cercanía a la zona.

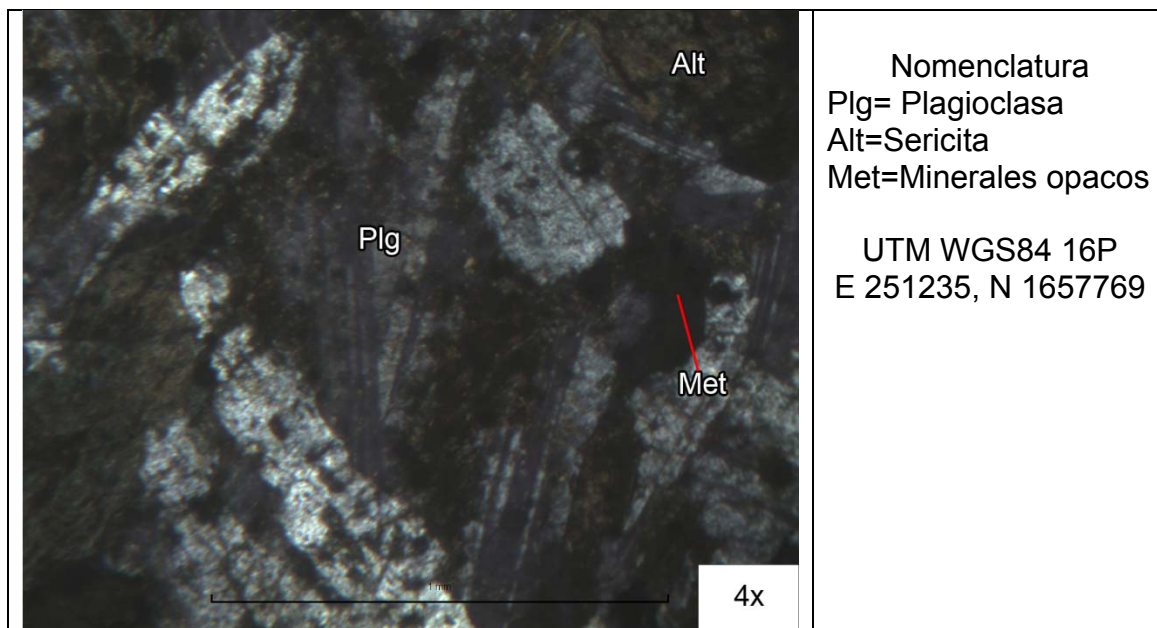
Debido a que en la localidad es predominante la meteorización grado IV y que el intrusivo presenta una alta deformación tectónica, no es posible establecer límites entre las diferentes rocas que conforman el intrusivo, por lo cual, sólo se hará mención de las rocas que conforman el cuerpo ígneo:

a) Diorita

Aflora únicamente sobre el km 189.5, cerca de la aldea Tres Pinos, Aflora en un espacio de 2m (ancho) y 1m (alto), con grado de meteorización II levemente fracturado.

Fotografía 4 muestra sección delgada FS-09; el análisis petrográfico presentó como minerales esenciales, plagioclasas (anortita (6%), bitownita (31%)), cuarzo (2%), ortoclasa (5%) y como minerales accesorios biotita (8%), minerales opacos (14%) y sericita (34%), con una textura inequigranular e hipidiomórfica. (ver Figura 7)

FOTOGRAFÍA 4 MINERALES EN LÁMINA DELGADA DE FS-09



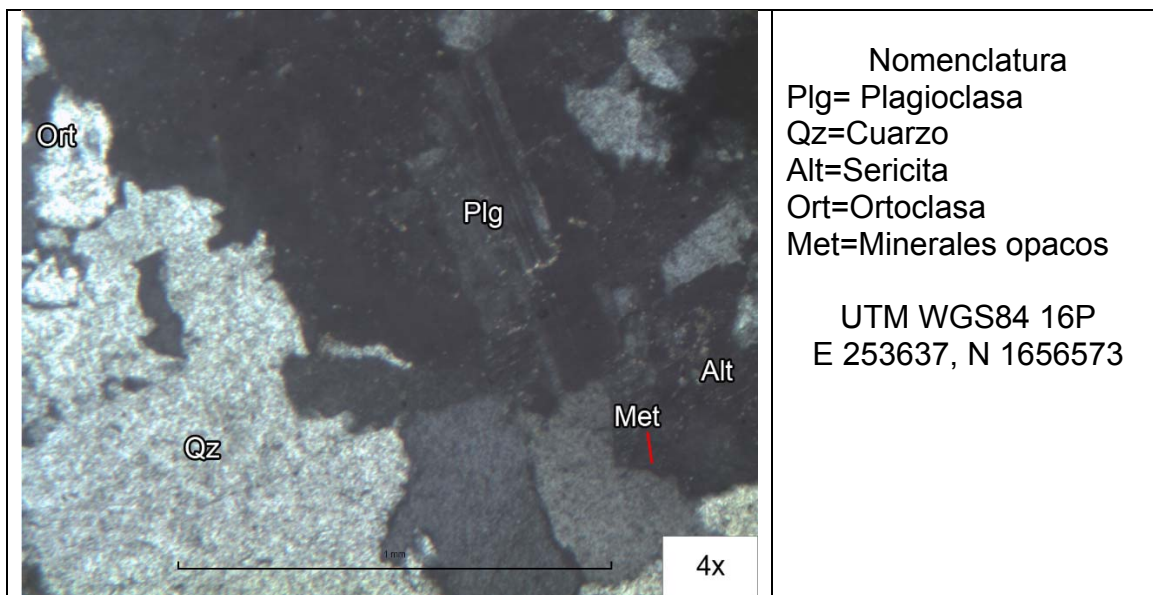
Fuente: Investigación de campo 2013

b) Tonalita

Esta roca se logra ubicar únicamente sobre La Quebradona, tiene un ancho de 25 metros y una altura de 8 metros, está poco fracturada, con grado de meteorización I, expuesta gracias a la erosión fluvial que ofrece la quebrada.

La Fotografía 5 muestra sección delgada FS-23; donde por análisis petrográfico se logró observar como minerales esenciales, plagioclasas cálcicas e intermedias (labradorita (17%) y andesina (24%)), cuarzo (27%), ortoclasa (4%), y como minerales accesorios biotita (5%), hornblenda (7%), sericita (14%) y minerales opacos (2%) con textura inequigranular, fanerítica y porfirítica. (ver Figura 7)

FOTOGRAFÍA 5 MINERALES EN LÁMINA DELGADA DE FS-23



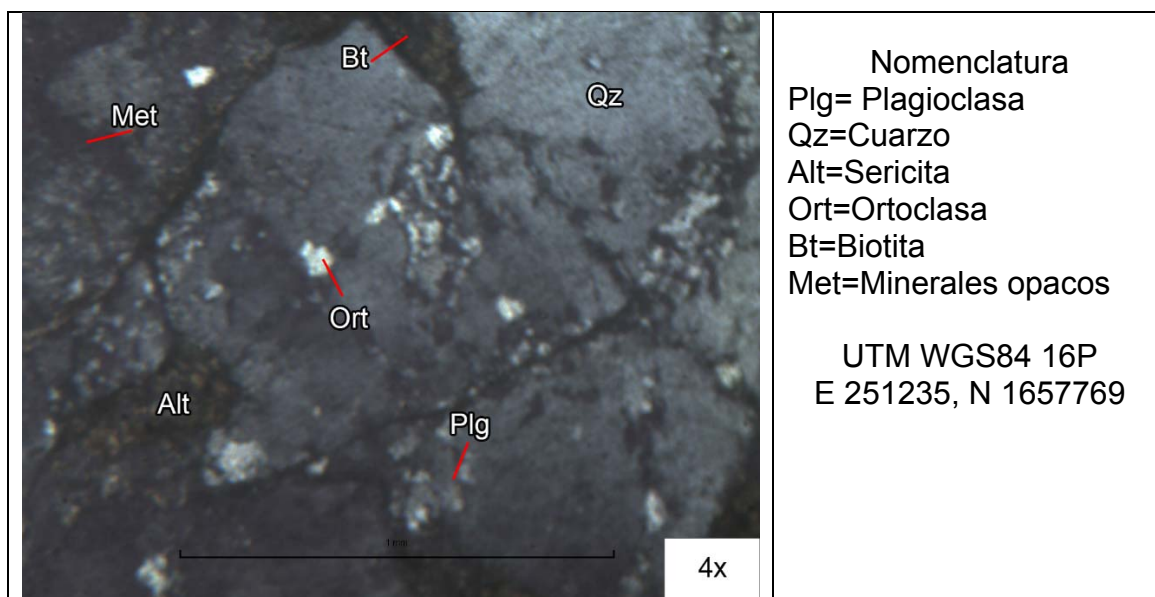
Fuente: Investigación de campo 2013

c) Granodiorita

Únicamente se logra ubicar sobre una vía de acceso que comunica a las aldeas Cumbre Alta-La Vegona, tiene un ancho de 3 metros y una altura de 2.5 metros, esta poco fracturado, con grado de meteorización I, expuesta debido a un corte realizado por maquinaria para el trazo de la vía de acceso.

La Fotografía 6 muestra sección delgada FS-10; en el cual se observó minerales esenciales, plagioclasas (labradorita (23%) y andesina (17%)), cuarzo (25%), ortoclasa (13%), y como minerales accesorios biotita (6%), hornblenda (2%), sericita (13%) y minerales opacos (1%) con textura equigranular y fanerítica con bordes saturados. (ver Figura 7)

FOTOGRAFÍA 6 MINERALES EN LÁMINA DELGADA DE FS-10



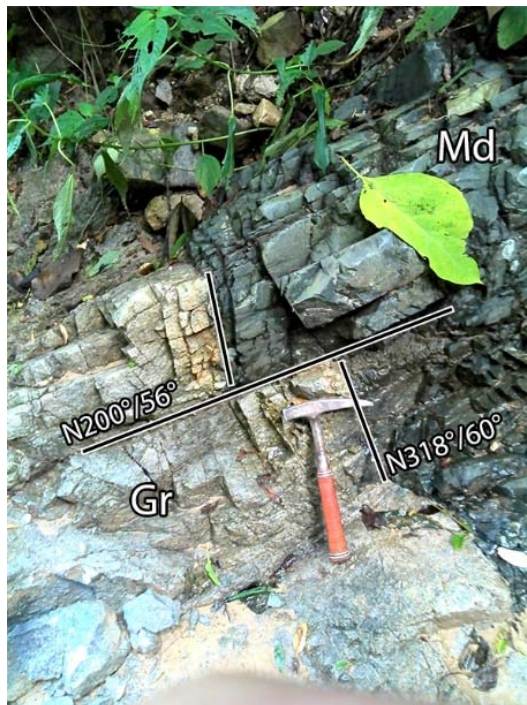
Tomada por: Francis Emanuel Salguero Díaz, Año 2013

d) Granito

Se encuentra expuesto sobre “La Quebradona” en cercanías a sus afluentes que descienden de la CA-7 en el km 191 aproximadamente hasta bifurcar con la quebrada antes mencionada.

La Fotografía 7 muestra un afloramiento sobre un afluente de “La Quebradona” (visto SW-NE) que presenta una extensión de 1 metro de altura y 3 metros de ancho con grado de meteorización II. Además se observa un amplio fracturamiento y un fallamiento normal hacia NW.

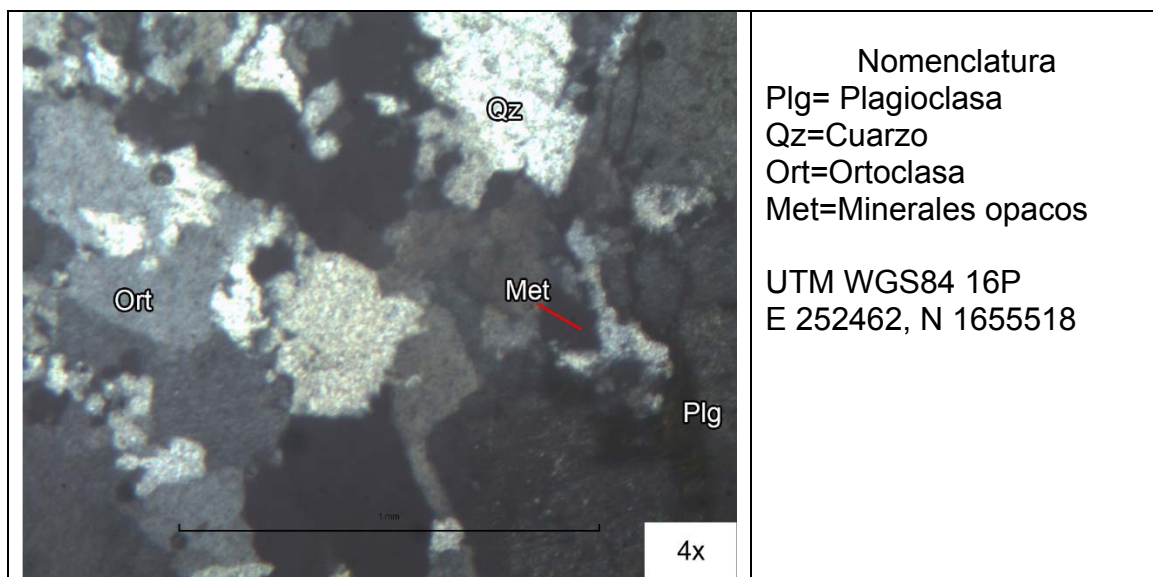
FOTOGRAFÍA 7 GRANITO INTRUÍDO POR DIQUE DE MONZODIORITA



UTM WGS84 16P E253430, N1657550
Fuente: Investigación de campo 2013

La Fotografía 8 muestra la sección delgada FS-29; el análisis petrográfico presentó (albita (7%), oligoclasa (9%)), cuarzo (41%), ortoclasa (23%), y como accesorios biotita (3%), hornblenda (4%), sericita (11%) y minerales opacos (2%) con textura equigranular y fanerítica. (ver Figura 7)

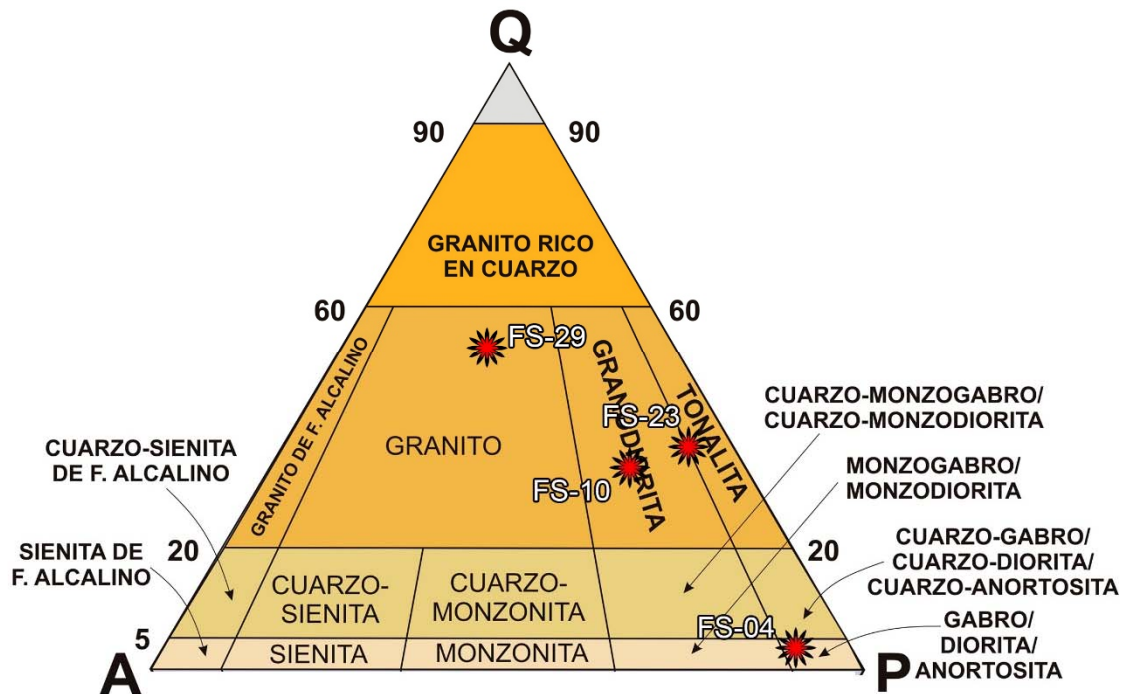
FOTOGRAFÍA 8 MINERALES EN LÁMINA DELGADA DE FS-29



Fuente: Investigación de campo 2013

La figura 7 presenta un diagrama de Streckeisen en el que fueron graficados los porcentajes de contenido modal de las distintas rocas que conforman la Unidad de Granito (Gr) las cuales evidencian las distintas etapa de cristalización del mismo.

FIGURA 7
DIAGRAMA DE STRECKEISSEN



Fuente: Investigación de campo 2013

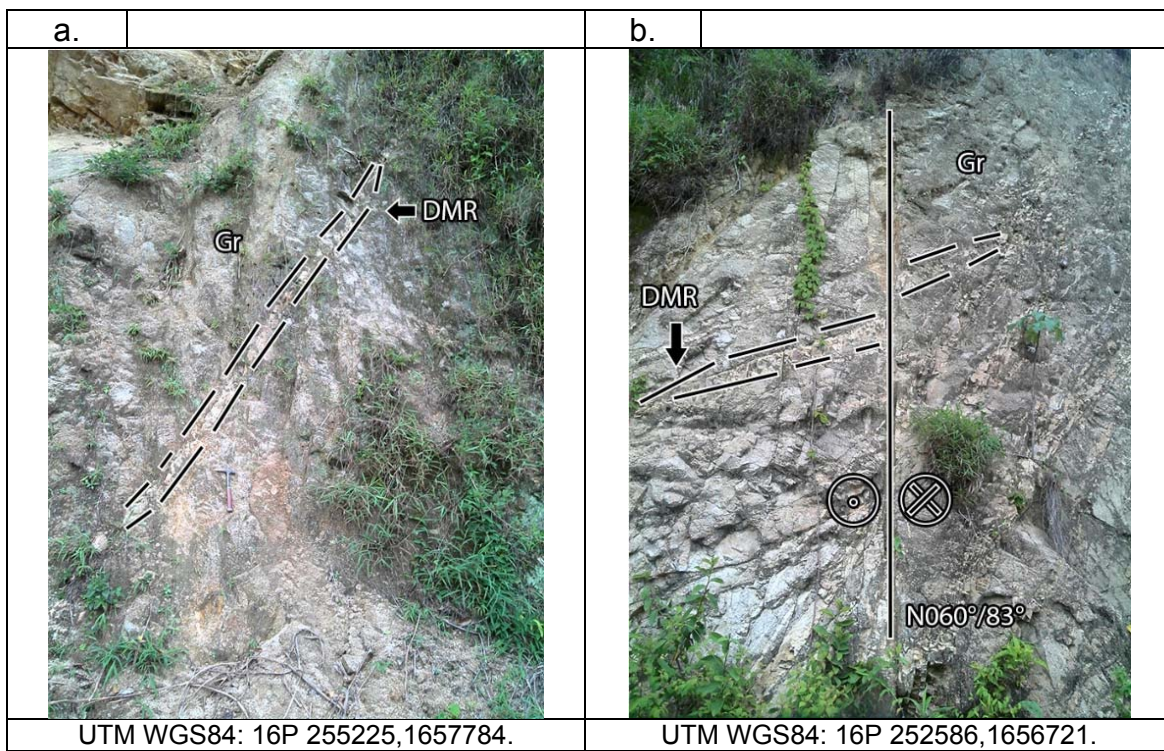
e) Diques de magma residual (DMR)

Son estructuras que se forman por la descompresión del intrusivo es decir que cuando este empieza a perder temperatura se contrae y forma grietas que son rellenadas con magma residual con alta cantidad de sílice. Se encuentran espacialmente dispersos y no poseen orientación preferencial ó dimensiones para cristalizar.

En la Fotografía 9 se muestra (a) dique de magma residual sobre vías de acceso que comunica a aldeas Quebrada de Agua y Tres Pinos en el caserío Los Planes, (b) diques de magma residual sobre vía de acceso que comunica el río Guaranjá con La Vegona.

FOTOGRAFÍA 9

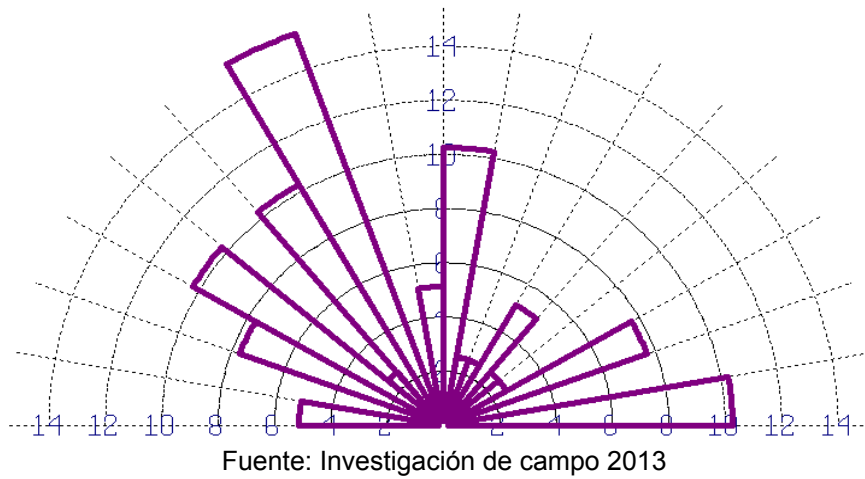
DMR EN (a) CASERÍO LOS PLANES (b) ALDEA LA VEGONA



Fuente: Investigación de campo 2013

Se cartografiaron 52 diques, los cuales se observaron de forma elongada, compuesta mineralógicamente de cuarzo, feldespato y trazas de biotita, anfíboles y feldespato potásico, su orientación es aleatoria y es reflejada en la Figura 8 siendo este de forma radial.

**FIGURA 8
ORIENTACIÓN DE DMR**

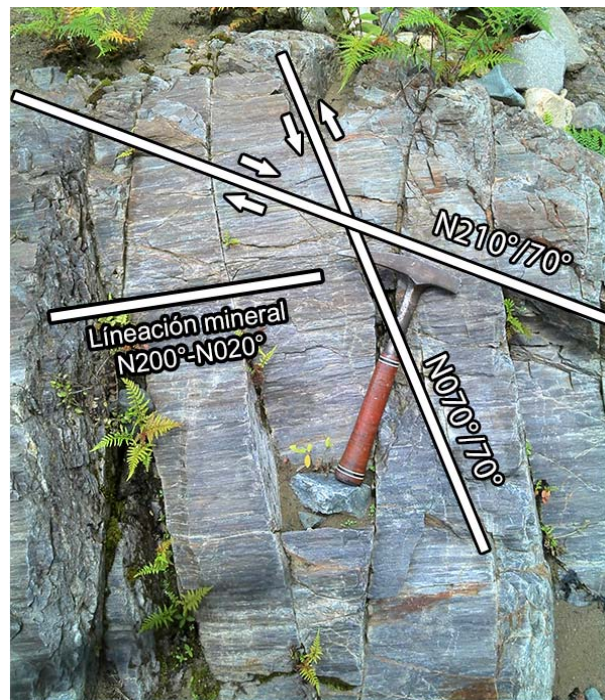


En la zona existe una sección transversal SW-NE que está compuesta por rocas de dominio dúctil que han sido producidas por una zona de cizalla afectando principalmente a la Unidad de Granito (Gr).

Dicho sector se desarrolla espacialmente sobre el Río Guaranjá (Fotografía 10) y en algunos sectores de la Quebradona y la vía de acceso que comunica a las aldeas La Vegona y Cumbre Alta. Cabe mencionar que sobre “La Quebradona” también se localizan pequeñas zona de cizalla en las cuales la Unidad de Granito (Gr) se encuentra milonitizadas; pero con menor grado.

Fotografía 10 muestra un afloramiento sobre el Río Guaranjá visto de noroeste a sureste que presenta una foliación $N230^{\circ}/24^{\circ}$ y un juego de fracturas muestra un bandeamiento producto de la cizalla, además posee un patrón de fracturamiento y fallamiento, dicha localidad muestra una lineación mineral hacia $N165^{\circ}$.

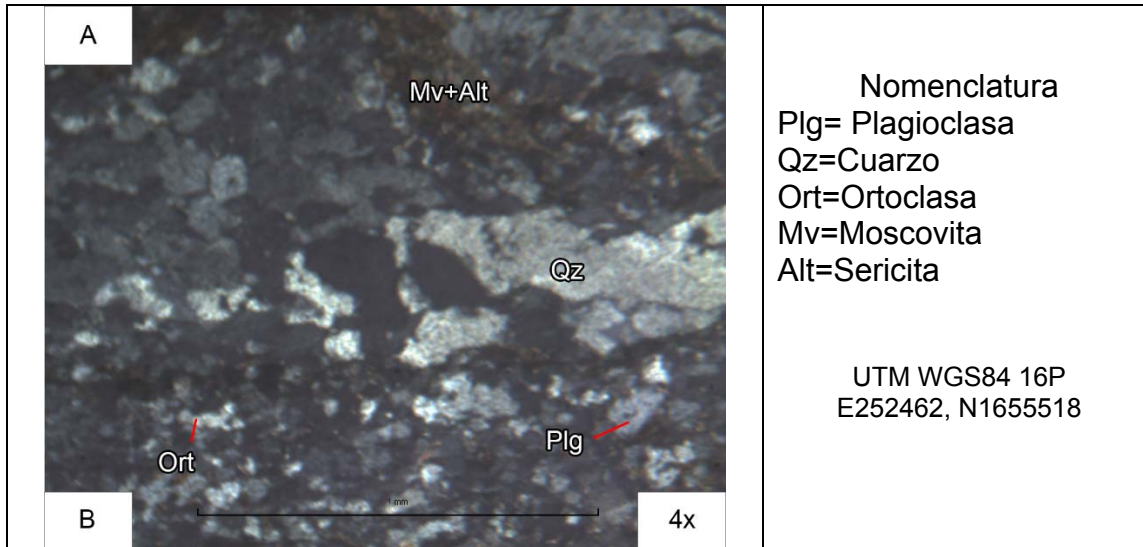
FOTOGRAFÍA 10 ZONA DE CIZALLA SOBRE RÍO GUARANJÁ



UTM WGS84: 16P E253322, N1657183
Fuente: Investigación de campo 2013

Fotografía 10(a) muestra sección delgada FS-24 recolectada en la Quebradona; el análisis petrográfico reveló contenido de minerales como, andesina (10%), cuarzo (46%), ortoclasa (10%) moscovita (14%), biotita (5%), matriz (13%), augita (0.5%) y minerales opacos (1.5%) con textura lepidoblástica y granolepidoblástica.

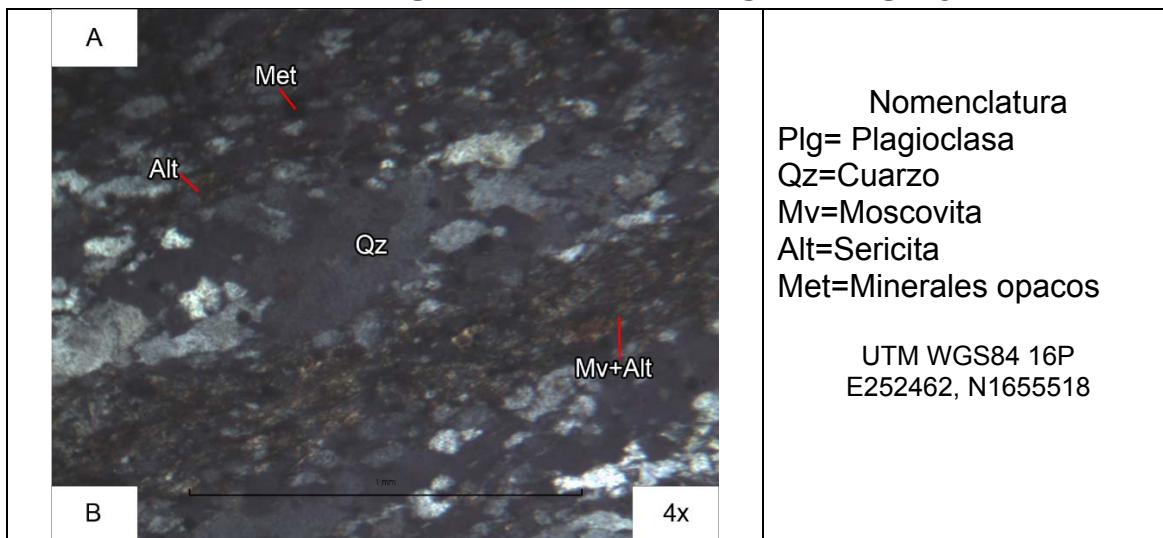
FOTOGRAFÍA 11 MINERALES EN LÁMINA DELGADA FS-24



Fuente: Investigación de campo 2013

La fotografía 11 (b) muestra sección delgada FS-15 recolectada en el Río Guaranjá con un grado de milonitización alto; que tras análisis petrográfico mostró una mineralogía de cuarzo (50%), moscovita (17%), biotita (8%), andesina (16%) y matriz (15%), con textura lepidoblástica y granolepidoblástica.

FOTOGRAFÍA 12 MINERALES EN LÁMINA DELGADA FS-15



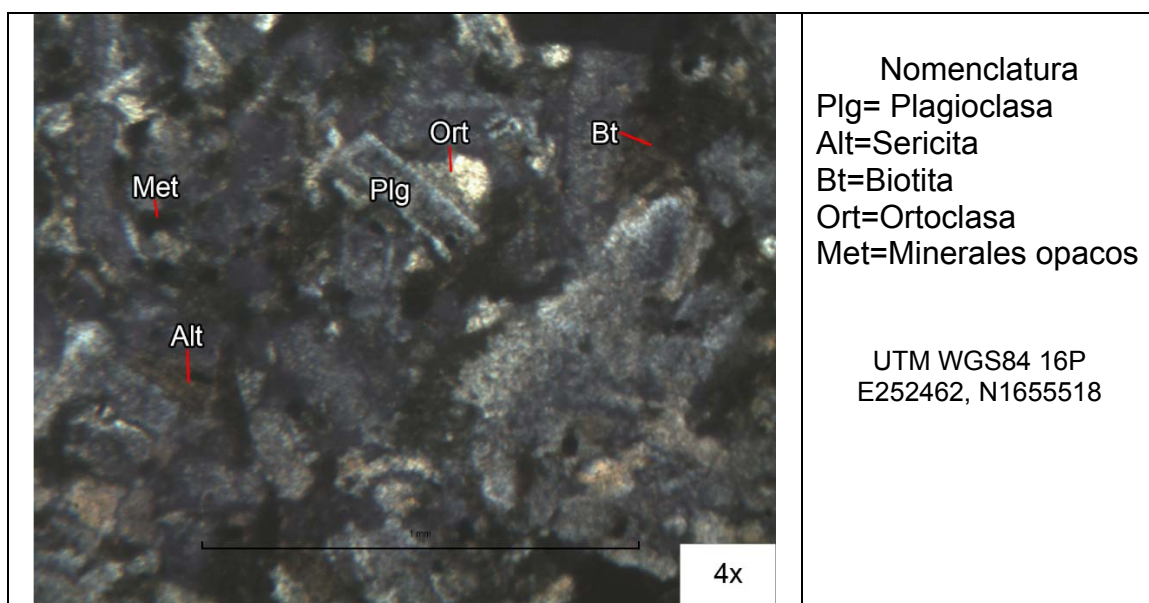
Fuente: Investigación de campo 2013

4.1.4. Unidad de monzodiorita (Md)

La unidad de monzodiorita es un cuerpo ígneo de forma tabular, localizado casi en el centro del área de investigación, aproximadamente mide 60 m de ancho y unos 2,5 km de longitud con una orientación N340° a N160°. (Fotografía 7). Es apreciable sobre afluentes del Río Guaranjá que descienden desde la aldea Tres Pinos y fue correlacionable gracias a que en los respectivos afluentes se encontraron planos de contacto con orientaciones N141°/60° y N318°/60°.

La Fotografía 13 muestra sección delgada FS-28; donde por medio de un análisis petrográfico se logró observar como minerales esenciales, plagioclasas intermedias a sódicas (anortita (26%), bitownita (42%)), cuarzo (3%), ortoclasa (13%), y como minerales accesorios biotita (4%), sericita (10%) y minerales opacos (2%) con textura equigranular y fanerítica.

FOTOGRAFÍA 13 MINERALES EN LÁMINA DELGADA FS-28



Fuente: Investigación de campo 2013

4.1.5. Unidad de aluvión (QAI)

La unidad está compuesta por depósitos de materiales que han sido arrastrados por las redes fluviales de la zona hacia las zonas más someras de la zona. Este se caracteriza por su contenido de clastos de diversos tamaños, según sea la madurez composicional y el tiempo de arrastre al que haya sido sometido el material por las aguas fluviales y suelen presentar matriz soportada y clastos de mayor dimensión en suspensión.

Comúnmente generan barras de arena (Fotografía 15a, visto S-N) y en otras ocasiones zonas de deposición en forma llanuras de inundación, terrazas ó *point bar* (Fotografía 15b, visto NW-SE).

FOTOGRAFÍA 15
ALUVIÓN SOBRE (a) RÍO GUARANJÁ (b) AFLUENTE DE RÍO GUARANJÁ



Fuente: Investigación de campo 2013

4.1.6. Unidad de coluvión (QCo)

Un coluvión es un conjunto de material no consolidado con una geometría de deslizamiento, que se caracteriza por ser poco profunda y tener una elevada relación entre la longitud y la anchura (Hutchinson, 1988), es producido por procesos de erosión, meteorización, precipitación, sísmica y pendiente.

En el área de investigación, se lograron identificar por medio del mapa topográfico y de las fotografías aéreas, 6 depósitos coluviales, y un séptimo en campo, el cual se produjo durante julio de 2008, donde se observó gran cantidad de capas de material procedente de la meteorización de la Unidad de Filita (Fi) dejando expuesta la Unidad de Granito (Gr).

Uno de los depósitos localizados más importantes, es el que forma parte de la capa de cimentación de las viviendas del municipio de La Unión, ya que es una zona aún semantiene activa, y representa un riesgo para los habitantes, ya que existe un alto índice de amenaza y vulnerabilidad para los mismos..

FOTOGRAFÍA 14 COLUVIÓN SOBRE LA QUEBRADONA



UTM WGS84: 16P E253901, N1655325

Fuente: Investigación de campo 2013

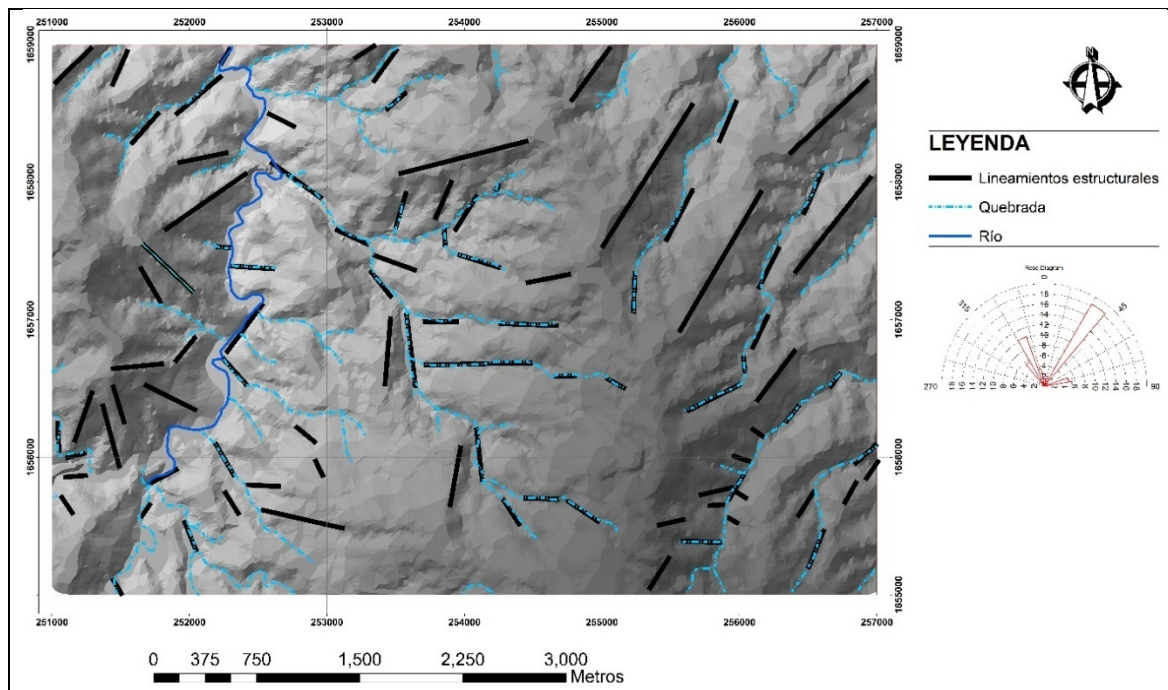
4.2. Geología Estructural

Se parte con un análisis de rasgos estructurales dentro del área de investigación, observados a través del modelo de elevación digital (DEM), que acompañado de las fotografías aéreas han sido de utilidad para la estimación para trazas de fallas y contactos geológicos. Así mismo se describen fallas, que reflejan el comportamiento tectónico frágil, como fallas normales, inversas y de rumbo, incluyendo las fracturas.

4.2.1. Lineamientos estructurales

Son rasgos estructurales identificados en base al DEM, donde se tomó como referencia la dirección preferencial de las mismas, y se evaluaron los resultados en un diagrama de rosa, mostrando 6 patrones con una tendencia preferente hacia: N030°, N330°, N080°, N070°, N345° y N015°. (Mapa 5)

MAPA 5 LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES



Fuente: Investigación de campo 2013

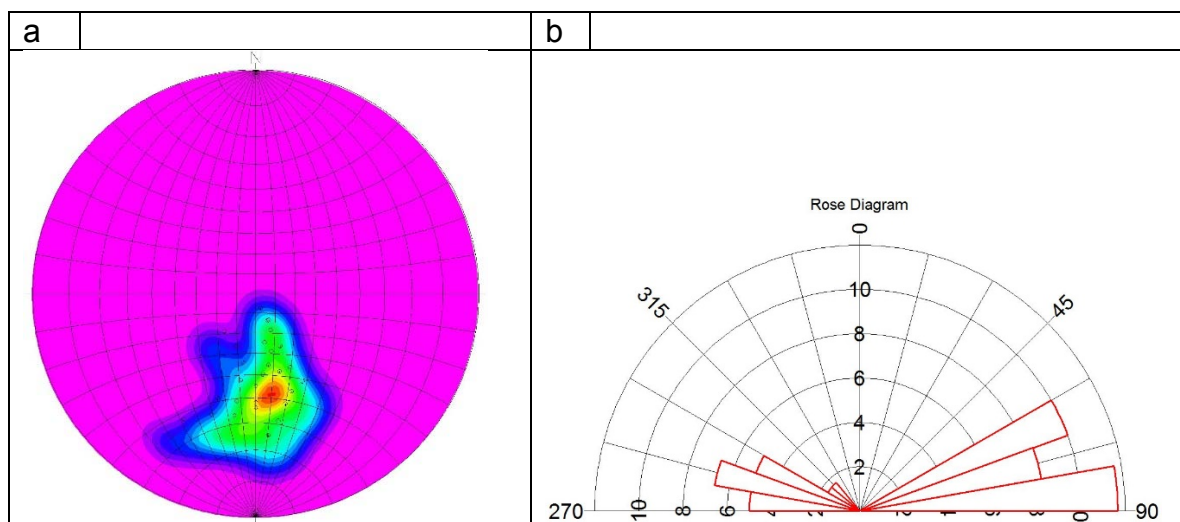
3.2.2 Estructuras de origen dúctil

a) Foliación

Es una estructura de origen tectónico, la cual se desarrolla por el efecto de presión sobre minerales planares como las moscovitas. Se identifica en la Unidad de Filita (Fi), posee buzamientos preferentes al suroeste a noreste. Dichas foliaciones fueron medidas en algunos sectores de la aldea Tres Pinos y Campanario.

Figura 9 muestra comportamiento general de la foliación de 30 datos planos de foliación recolectados, que fueron analizados por medio de (a) polos de los planos de foliación y (b) la dirección de los rumbos de los planos de foliación.

FIGURA 9
(a) POLOS DE FOLIACIÓN, (b) ROSETA DE FOLIACIÓN

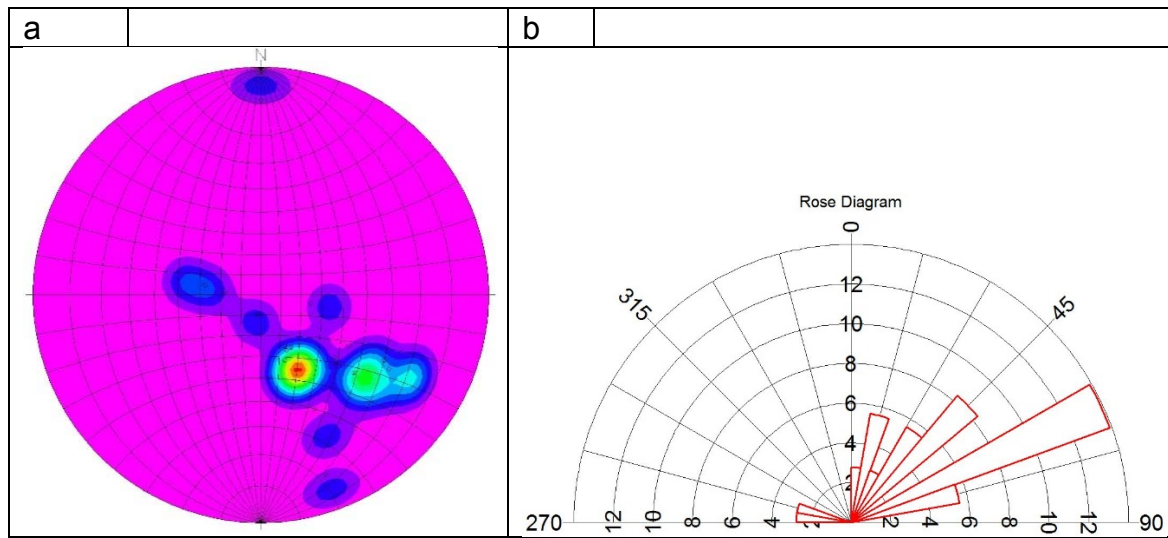


Fuente: Investigación de campo 2013

Cabe mencionar que sobre el Río Guaranjá se desarrolla una zona de cizalla que afecta la Unidad de Granito (Gr) con un buzamiento hacia NW-SE, la cual se formó debido a la presión que ejerció la cizalla que se desarrolla sobre el

mismo con dirección transversal SW-NE. En dicha zona se recolectaron 18 datos planos de foliación de milonita que fueron analizados por medio de (a) polos de los planos de foliación de milonita y (b) la dirección de los rumbos de los planos de foliación de milonita, ambos con la finalidad de ilustrar el comportamiento general de dichas estructuras.

FIGURA 10
(a) POLOS DE FOLIACIÓN DE MIONITA (b) ROSETA DE FOLIACIÓN DE MILONITA



Fuente: Investigación de campo 2013

b) Lineación mineral

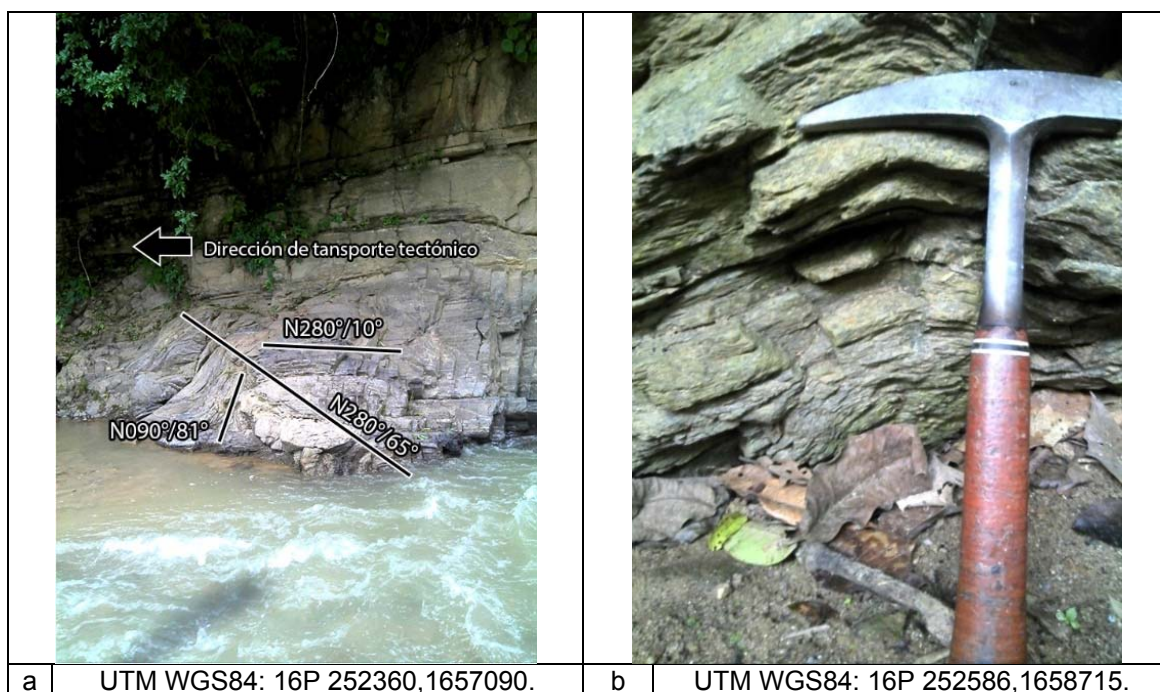
Son estructuras de dominio dúctil que se forman durante la cristalización/recristalización de un macizo rocoso que fue afectado por un proceso tectónico, donde regularmente los minerales tabulares ó laminares se orientan con la dirección de esfuerzo principal. Dicha lineación mineral se desarrolla específicamente sobre la zona de cizalla que se localiza sobre el Río Guaranjá dentro de la Unidad de Granito (Gr) la cual presenta una tendencia NE-SW (Fotografía 10,11 y 12).

c) Ejes de pliegue

Son estructuras de dominio dúctil, producto del esfuerzo ejercido por la zona de cizalla que se localiza sobre el Río Guaranjá en forma de pliegues antiformes asimétricos.

En la Fotografía 16(a) se muestra pliegues con una dirección de transporte tectónico $N170^\circ$ sobre el Río Guaranjá, la estructura se orienta $5^\circ/N095^\circ$ y posee un tamaño de 1m de ancho y 60cm de alto, (b) una dirección de transporte tectónico $N182^\circ$ sobre un afluente del Río Guaranjá que descende de la aldea Tres Pinos, el eje se orienta $38^\circ/N125^\circ$ con dimensiones de 15cm de ancho y 8cm de alto.

FOTOGRAFÍA 16 PLIEGUE SOBRE (a) RÍO GUARANJÁ (b) AFLUENTE DEL RÍO GUARANJÁ



Fuente: Investigación de campo 2013

3.2.3 Estructuras planares frágiles

Estas estructuras se midieron como planos, esta categoría abarca Fallas y fracturas.

a) Fallas

Estas estructuras de dominio frágil se identificaron sobre la Unidad Granito (Gr), Unidad de Filita (Fi) y Unidad de Monzodiorita (Md), con cinemáticas normales, inversas y de corrimiento lateral, con una predominancia de movimientos normales en toda la zona que se evidencia en el mapa geológico de la zona (Anexo I).

1. Fallas normales

En el movimiento de estas estructuras el bloque techo desciende respecto al bloque piso con un ángulo de cabeceo mayor de 45° hacia abajo. Para su clasificación se utilizó como tectoglifos escalones y estrías en el plano de falla, siendo evidentes en diferentes secciones del área (Tabla 3).

TABLA 3
FALLAS NORMALES PURAS, NORMALES SINISTRALES Y
NORMALES DEXTRALES

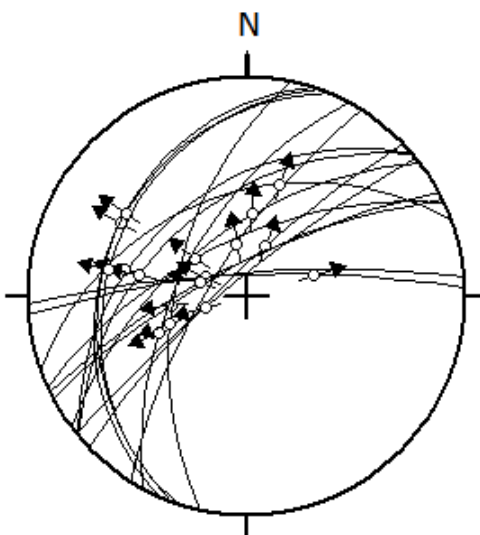
No	Este/Norte	Orientación	Pitch	Localidad
Falla normales puras				
1	252054/1655959	N203°/23°	80E	Aldea Corozal
2	252211/1656056	N200°/25°	82W	Río Guaranjá
3	256941/1657045	N221°/84°	80E	Caserío Campanario Oratorio
Falla normales sinestrales				
4	251025/1658873	N265°/78°	70W	Río Guaranjá
5	256094/1658966	N242°/74°	50W	Quebrada El Oratorio
6	256496/1657582	N245°/61°	75W	Quebrada El Coyolar
7	256350/1656463	N230°/38°	58W	Caserío Campanario Oratorio

8	256193/1656792	N208°/56°	55W	Caserío Campanario Oratorio
9	253720/1656216	N244°/43°	72W	La Unión
10	254939/1658301	N230°/44°	60W	Caserío Los Planes
11	254901/1658301	N231°/81°	70W	Caserío Los Planes
12	256457/1656835	N192°/54°	70W	Caserío Campanario Oratorio
Fallas normales dextrales				
13	251995/1657075	N250°/40°	60E	Aldea Cumbre Alta
14	251698/1655507	N268°/79°	55N	Río Guaranjá
15	253872/1656120	N226°/78°	66E	La Unión
16	252238/1656364	N198°/23°	79E	Río Guaranjá
17	256264/1656898	N212°/81°	70E	Caserío Campanario Oratorio
18	251653/1657433	N233°/57°	65E	Aldea Cumbre Alta

Fuente: Investigación de campo 2013

Figura 11 muestra un estereograma de Wulff, el cual representan las 18 fallas normales con sus respectivas componentes registradas en la zona, las cuales en el capítulo 4 en la sección del análisis estructural serán discriminadas respectivamente en familias en base a su geometría de esfuerzos.

FIGURA 11
FALLAS NORMALES PURAS, NORMALES SINISTRALES Y
NORMALES DEXTRALES



Fuente: Investigación de campo 2013

2. Fallas inversas

En el movimiento de estas estructuras el bloque techo asciende respecto al bloque piso. Con un ángulo de cabeceo mayor a 45° hacia arriba. Para su clasificación se utilizó el escalonamiento y estrías en el plano de falla, siendo evidentes en diferentes secciones del área (Tabla 4).

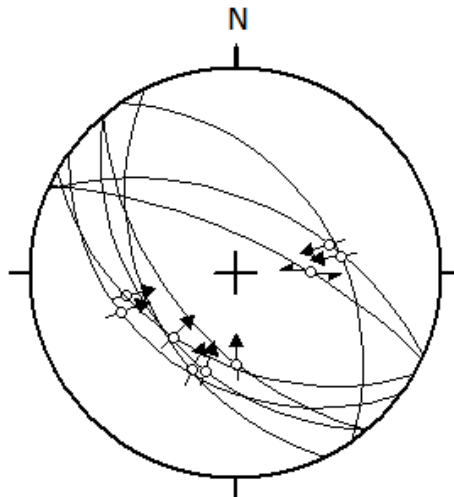
TABLA 4
FALLAS INVERSAS PURAS, INVERSAS SINISTRALES E
INVERSAS DEXTRALES

No.	Este/Norte	Orientación	Pitch	Localidad
Fallas inversas dextrales				
1	252476/1656945	N140°/55°	55E	Río Guaranjá
2	255998/1658884	N154°/42°	58S	Quebrada El Oratorio
3	254842/1658551	N140°/42°	64E	Aldea Tres Pinos
Fallas inversas sinestrales				
4	254318/1657819	N294°/51°	54E	Aldea Tres Pinos
5	256801/1655749	N126°/34°	60W	Quebrada El Coyolar
6	256043/1657025	N295°/70°	55W	Caserío Campanario Oratorio
7	252437/1655326	N326°/38°	70S	Aldea Chichipate
8	253585/1657381	N120°/44°	51W	La Quebradona
Fallas inversas puras				
9	253784/1656119	N120°/44°	80W	La Unión

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

La Figura 12 muestra un estereograma de Wulfdonde se representan las fallas inversas puras, sinestrales y dextrales encontradas en el área.

FIGURA 12
FALLAS INVERSAS PURAS, INVERSAS SINISTRALES E
INVERSAS DEXTRALES



Fuente: Investigación de campo 2013

3. Fallas dextrales

Son estructuras geológicas caracterizadas por tener un plano que posee un movimiento lateral. Tanto σ_1 y σ_3 son horizontales, y pueden ser clasificadas de acuerdo al pitch o cabeceo, con un movimiento lateral predominante y con un comportamiento no mayor a 45° verticalmente. Dichas estructuras se localizaron en el área de investigación con comportamiento puro, inverso y normal. (Tabla 5)

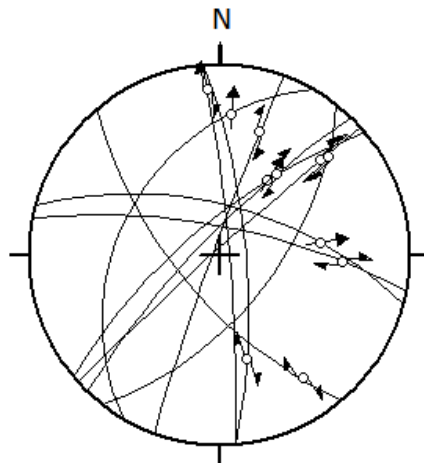
TABLA 5
FALLAS DEXTRALES NORMALES, DEXTRALES INVERSAS Y
DEXTRALES PURAS

Este/Norte	Orientación	Pitch	Localidad
Dextral normal			
254085/1657690	N281°/73°	25E	La Quebradona
256827/1654836	N355°/74°	32S	Caserío Campanario Oratorio
254823/1658278	N230°/71°	43E	Quebrada El Oratorio
252949/1657646	N224°/78°	36N	Aldea La Vegona
252484/1656879	N210°/35°	30N	Aldea La Vegona
256000/1658872	N200°/86°	22N	Quebrada El Oratorio
Dextral inversa			
251638/1655706	N228°/87°	18E	Aldea Corozal
252437/1655326	N285°/61°	40E	Aldea Chichipate
254261/1656065	N038°/58°	18N	La Unión
256264/1656898	N065°/23°	15E	Caserío Campanario Oratorio
Dextral pura			
252334/1657602	N355°/84°	8W	Aldea Cumbre Alta
255934/1658316	N154°/75°	8E	Quebrada El Oratorio

Fuente: Investigación de campo 2013

Figura 13 muestra Diagrama de Wulff, en el cual se presentan las fallas dextrales puras, dextrales normales y dextrales inversas encontradas en la zona.

FIGURA 13
FALLAS DEXTRALES NORMALES, DEXTRALES INVERSAS Y
DEXTRALES PURAS



Fuente: Investigación de campo 2013

4. Fallas sinestrales

Son estructuras geológicas caracterizadas por tener un plano con movimiento lateral con un comportamiento no mayor a 45° verticalmente. Son clasificadas de acuerdo al pitch o cabeceo. Dichas estructuras se localizaron en el área de como fallas sinestrales puras, inversas y normales. (Figura 15)

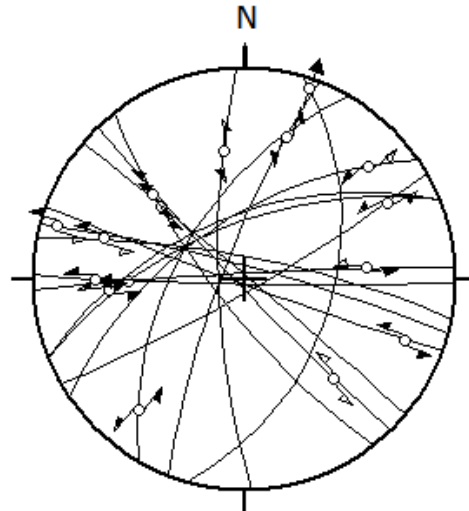
TABLA 6
FALLAS SINISTRALES NORMALES, SINISTRALES INVERSAS Y SINISTRALES PURAS

Este/Norte	Orientación	Pitch	Localidad
Sinestrales normales			
251080/1655583	N060°/83	15E	Río Guaranjá
256502,1657664	N210°/55°	16W	Quebrada El Coyolar
256494/1657600	N136°/86°	25E	Quebrada El Coyolar
256684/1656315	N281°/78°	21W	Quebrada El Coche
256698/1656345	N201°/78°	20N	Quebrada El Coche
256334/1656811	N248°/57°	30W	Caserío Campanario Oratorio
251239/1655499	N248°/61°	38W	Aldea Corozal
253443/1657006	N200°/47°	20W	La Quebradona
Sinestrales inversas			
251072/1655660	N267°/87°	30E	Río Guaranjá
251229/1657595	N178°/76°	28N	Aldea Cumbre Alta
251752/1655256	N142°/74°	30W	Río Guaranjá
253579/1656513	N091°/87°	20W	La Unión
253545/1656923	N236°/59°	15E	La Unión
Sinestrales puras			
251826/1655833	N285°/83°	05W	Río Guaranjá
252383/1656926	N110°/87°	12E	Río Guaranjá
255885/1658310	N310°/88	35W	Quebrada El Oratorio
256537/1657772	N016°/44	04N	Quebrada El Coche

Fuente: Investigación de campo 2013

Figura 14 muestra diagrama de Wulff generalizado donde se observan todas las fallas sinestrales tomadas en campo sin discriminación alguna.

FIGURA 14 FALLAS SINISTRALES NORMALES, SINISTRALES INVERSAS Y SINISTRALES PURAS

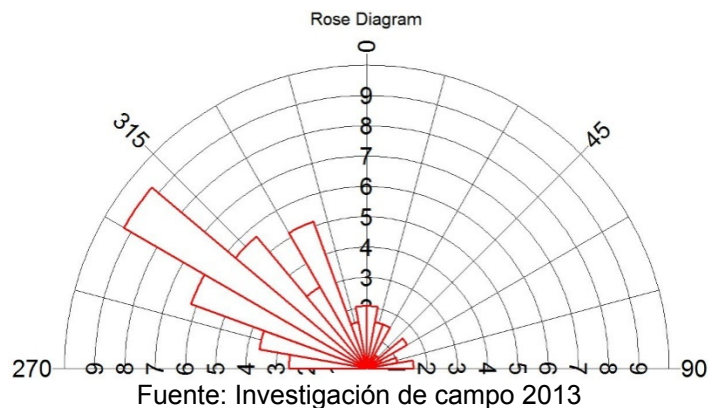


Fuente: Investigación de campo 2013

b) Fracturas (Diaclasas)

Son estructuras geológicas de dominio frágil que poseen una amplia distribución en la zona, tras análisis geométrico de 97 datos recolectados en campo se generó un diagrama de rosa dio como resultado una preferencia hacia N125° y N300°. (Figura 15)

FIGURA 15 FRACTURAS

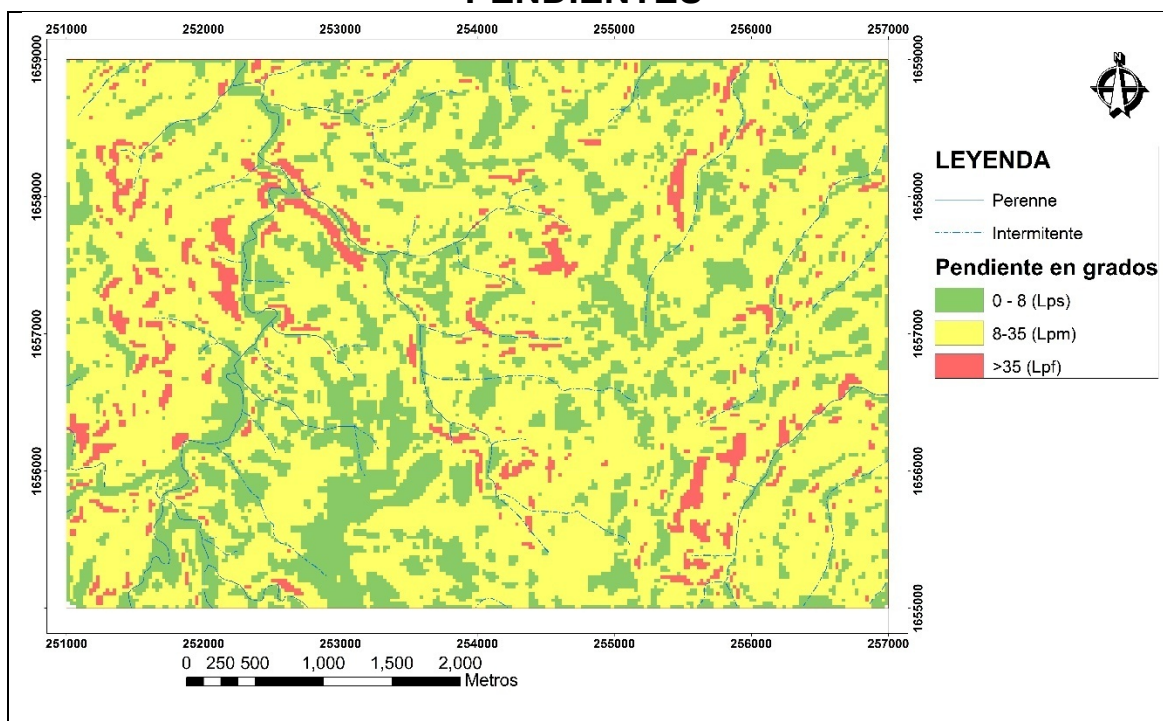


3.3 Geomorfología local

El desarrollo de la geomorfología en el área de estudio posee una íntima relación con varios factores y procesos exógenos y endógenos como la erosión, meteorización, tipo de roca, influencia tectónica, etc. Por lo cual se han establecido unidades geomorfológicas delimitadas en base a un análisis topográfico y de campo.

Los aspectos principales para la delimitación de las unidades geomorfológicas son: altura, tectónica, litología, clima, pendiente, por lo cual se elaboró un mapa de pendientes, obtenido a partir de las curvas de nivel de 20 mapoyado en el DEM (Mapa 2), el cual se clasificó de acuerdo a la tabla de clasificación de la pendiente en grado propuesta por la Organización de la Naciones Unidas (2009) a intervalos entre grados de cada pendiente. (Tabla 7).

**MAPA 6
PENDIENTES**



Fuente: Investigación de campo 2013

TABLA 7
VALORES DEL GRADO DE PENDIENTE Y SU CLASIFICACIÓN

Grados	Clasificación	Tipo de ladera
0 – 2	Plana o casi plana	Ladera de pendiente suave
2 – 4	Suavemente inclinada	
4 – 8	Inclinada	
8 – 16	Moderadamente pendiente	Ladera de pendiente media
16 -35	Pendiente	Ladera de pendiente fuerte
35 – 55	Muy pendiente	
>55	Extremadamente pendiente	

Fuente: Modificado y disponible en:<http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf> (8 de mayo de 2 015). Organización de las Naciones Unidas. Roma, Italia. (Traducido al español por Ronald Vargas Rojas, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia)

En la Tabla 8 se resumen los aspectos considerados para la estimación de cada una de las unidades Geomorfológica, basados en las geoformas que caracterizan a cada una de las mismas. (Tabla 8).

TABLA 8
RELACIÓN DE LAS UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológicas	Geoformas
De origen agradacional	Terrazas	-Terrazas de río
	Valles aluviales	-Planicie aluvial -Llanura de inundación -Abanicos aluviales
De origen dunudacional	Movimientos de ladera	-Deslizamiento rotacional -Deslizamiento traslacional -Caída de bloques
	Laderas	-Surcos -Laderas de pendiente suave -Laderas de pendiente media -Laderas de pendiente fuerte -Cárcavas -Crestas
De origen antrópico	Obra civil	-Canteras -Carreteras

Fuente: Investigación de campo 2013

3.3.2 Unidades de origen denudacional

Es una Unidad geomorfológica resultante de la meteorización y erosión de las unidades de roca del área de estudio y capas de suelo. Dentro de las geformas observadas se encuentran: laderas y crestas.

a) Subunidad de crestas (Cre)

La subunidad de crestas es característica de las formaciones orogénicas del área de estudio, generadas por la erosión de aguas pluviales de las capas del suelo y unidades de roca. (Fotografía 17).

Se caracteriza por terminaciones orogénicas angulas a sub redondeadas, se encuentran cubiertas por vegetación y algunos cultivos (Anexo IV)

b) Subunidad de laderas

Son un componente importante del relieve y se generan a partir de procesos exógenos y endógenos a los que se encuentra asociados. Se puede clasificar las pendientes de las laderas como fuertes, medias y suaves. (Anexo IV)

1. Ladera de pendiente suave (Lps)

Son laderas que poseen una inclinación que va desde 0° hasta 8° (Tabla 7), están asociadas a la red fluvial principal y a algunos de sus afluentes por lo cual se encuentran en constante erosión por parte del drenaje natural.

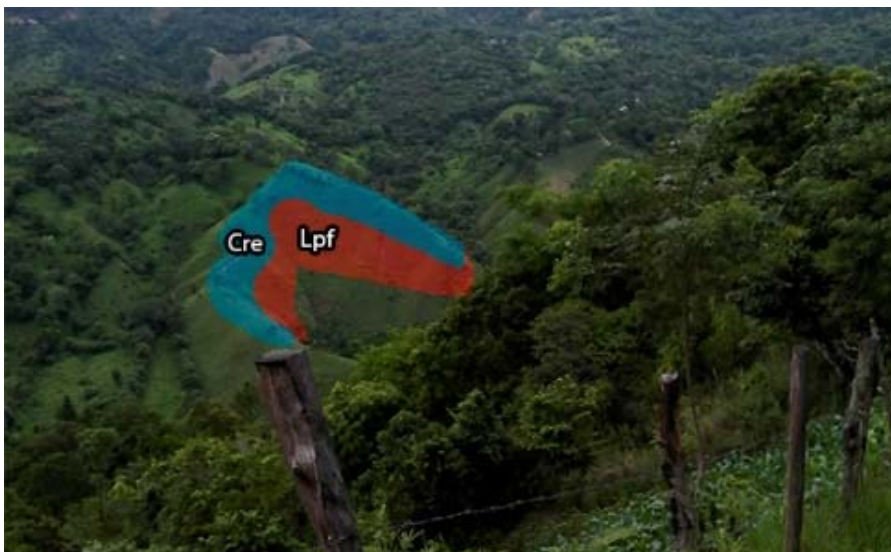
2. Ladera de pendiente media (Lpm)

Son laderas que poseen una inclinación con respecto a la horizontal que va desde 8° hasta 35° (Tabla 7), esta geoforma es la que se encuentra dominante sobre la topografía de la zona y es muy utilizada por la población para el desarrollo de actividades agrícolas.

3. Ladera de pendiente fuerte (Lpf)

Son laderas que poseen una inclinación que va desde 35° en adelante (Tabla 7), se encuentran asociadas a la sub-unidad de crestas (Cr). Se logró observar desde una vía de acceso en la aldea Cumbre Alta una cresta acompañada de laderas de alta pendiente vistas deoeste-este. (Fotografía 17)

FOTOGRAFÍA 17 CRESTA Y LADERAS DE PENDIENTE FUERTE



UTM WGS84: 16P 251663,1657605

Fuente: Investigación de campo 2013

c) Subunidad de cárcavas (Ca)

La subunidad de cárcavas es originada por la erosión de las capas de suelo debido a la escorrentía de las aguas pluviales. Se encuentra ubicada espacialmente en diferentes regiones del área siendo mejor observadas sobre el río Guaranjá (Fotografía 18) donde las cárcavas son vistas regularmente de noroeste a sureste. (Anexo IV)

TABLA 9
UBICACIÓN Y DIRECCIONES DE CÁRCAVAS

Este	Norte	Dirección	Ubicación
256356	1657949	N330°	Quebrada de Agua
254106	1657165	N160°	Tres Pinos
254210	1655408	N300°	Chichipate
252498	1655605	N270°	La Unión
254095	1655725	N350°	La Unión
252498	1657910	N200°	Río Guaranjá

Fuente: Investigación de campo 2013

FOTOGRAFÍA 18
CÁRCAVAS EN LADERAS UBICADAS DEL RÍO GUARANJÁ



UTM WGS84: 16P 252498, 1657910

Fuente: Investigación de campo 2013

d) Subunidad de movimientos de ladera

“Los movimientos de ladera son procesos en los que se movilizan materiales por la acción de la gravedad y pueden ser peligrosos o incluso desastrosos cuando afectan a la vida y propiedades del hombre”¹¹, estos son producidos por factores como: precipitación, pendiente, topografía, etc.

1. Flujo de detritos

Se caracteriza por flujos de fragmentos de roca de la parte superior de la ladera ó talud. Se localizan en algunos sectores (Tabla 11), siendo estos sobre el Río Guaranjá (Fotografía 19a) y en Cumbre Alta, donde se visualiza de N-S sobre la vía de acceso. (Fotografía 19a y b)

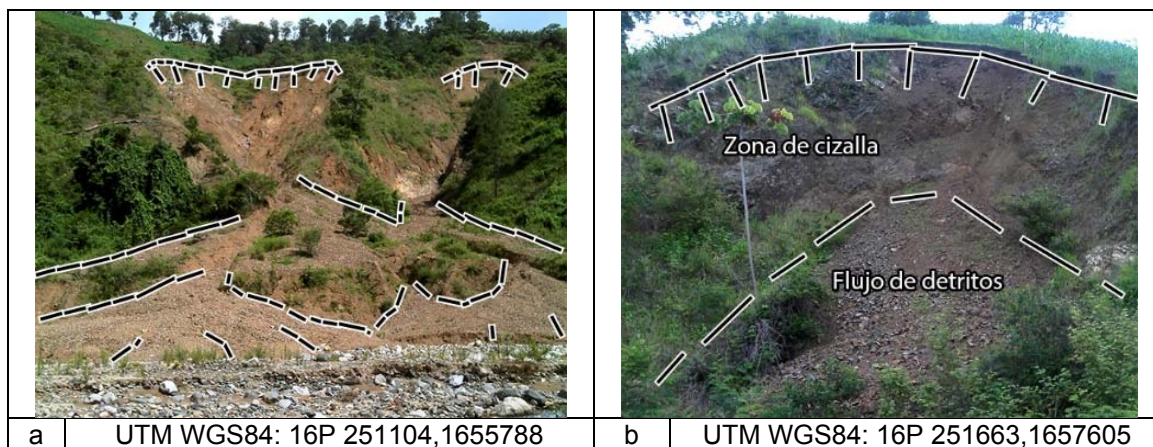
TABLA 10
UBICACIÓN Y DIRECCIONES DE FLUJO DE DETRITOS

Este	Norte	Dirección	Ubicación
256735	1657009	N190°	Campanario Oratorio
257760	1655486	N300°	Los Planes
251730	1657680	N210°	Cumbre Alta
251604	1655810	N350°	Corozal
252891	1655795	N290°	La Unión
251102	1655876	N345°	Río Guaranjá
252545	1658476	N300°	Río Guaranjá
252431	1658868	N070°	Río Guaranjá

Fuente: Investigación de campo 2013

¹¹ Mateo Gutierrez Eloarza, Geomorfología, Editorial Pearson (2008). p231.

FOTOGRAFÍA 19 FLUJO DE DETRITOS EN ALDEA CUMBRE ALTA



Fuente: Investigación de campo 2013

2. Deslizamiento rotacional

Movimiento de ladera cuyo desplazamiento ocurre a lo largo de una superficie cóncava y está relacionado a laderas de pendiente fuerte. El principal es el deslizamiento, se encuentra ubicado al Este del pueblo (Fotografía 14) y presentado en la (Tabla 11).

**TABLA 11
UBICACIÓN Y DIRECCIÓN DE DESLIZAMIENTO ROTACIONAL**

Este	Norte	Dirección	Ubicación
254365	1655710	N220	La Unión

Fuente: Investigación de campo 2013

3. Deslizamiento traslacional

Movimiento de ladera cuyo desplazamiento ocurre a lo largo de una superficie de forma plana y están relacionados a laderas de pendiente media (Tabla 12).

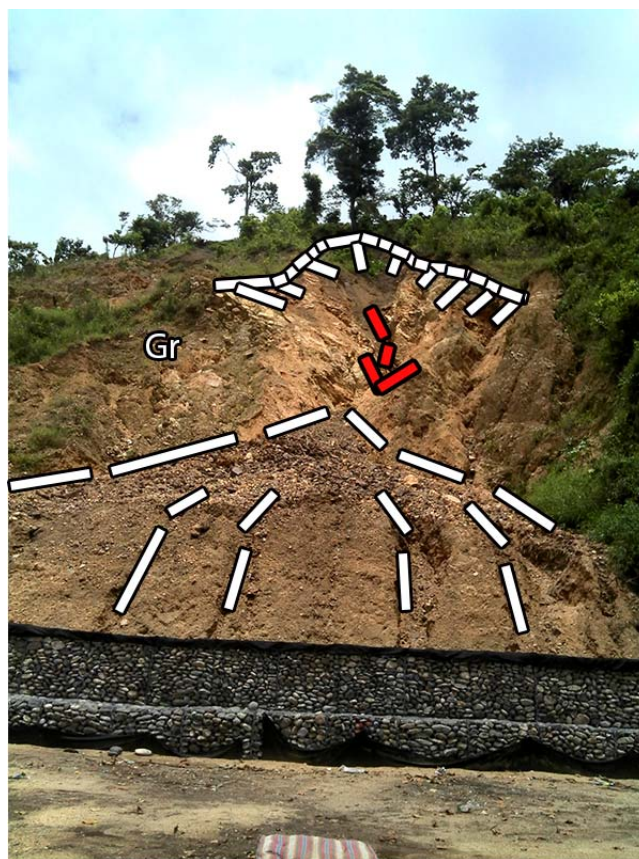
**TABLA 12
UBICACIÓN Y DIRECCIONES DE DESLIZAMIENTOS
TRASLACIONALES**

Este	Norte	Dirección	Ubicación
256024	1657102	N355°	Campanario Oratorio
254315	1658098	N170°	Tres Pinos
254424	1658085	N230°	Tres Pinos
254420	1657786	N200°	Tres Pinos
254390	1656210	N210°	La Unión
251096	1655416	N340°	Corozal
252781	1655728	N340°	Chichipate

Fuente: Investigación de campo 2013

La Fotografía 20 muestra un afloramiento sobre la CA-5 visto de SW a NE donde se pueden observar diversas geformas como flujo de detritos, deslizamiento traslacional, abanico aluvial y algunas cárcavas. El deslizamiento traslacional se encuentra ubicado en la entrada del municipio, con una dirección de flujo N210°.

FOTOGRAFÍA 20 DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL SOBRE CA-5



UTM WGS84: 16P 254225,1656435

Fuente: Investigación de campo 2013

3.3.3 Unidades de origen agradacional

Unidad geomorfológica resultante de la deposición y sedimentación de fragmentos de roca y suelo, ocasionada por erosión de aguas pluviales y fluviales a las unidades litológicas del lugar. Los fragmentos de material son transportados hasta el lugar de deposición por los mismos factores erosivos.

a) Subunidad de valle aluvial

La subunidad de valle aluvial se localiza sobre el río Guaranjá y su origen se debe a la deposición de fragmentos arrastrados por la corriente de agua.

Constituido por fragmentos en un 85% de diferentes tamaños tanto angulosos, sub redondeados como redondeados de toda tamaño de partículas hasta bloques que 3 a4 metros y un 15% de materia orgánica (troncos, ramos, raíces, etc.).

El valle aluvial está conformado por el Río Guaranjá y sus afluentes, los cuales poseen gran cantidad de energía y transportan diferentes tamaños de detritos (Fotografía 21), donde el valle aluvial vista de SE-NW con alto contenido de bloques de granito y filita sobre una matriz de arenas y limos.

FOTOGRAFÍA 21 VALLE ALUVIAL



UTM WGS84: 16P 251809,1655695

Fuente: Investigación de campo 2013

b) Subunidad de terrazas

La subunidad de terrazas se localiza sobre el río Guaranjá y en algunas quebradas afluentes a La Quebradona, su origen se debe a la deposición de fragmentos de roca traídos por la corriente de agua y reflejan el aumento o disminución del caudal con una mala clasificación y sin imbricación alguna.

Constituido por fragmentos en un 60% de arenas, un 20% de limos y un 20% de gravas en algunas terrazas. La Fotografía 22 muestra una terraza ubicada sobre un afluente de La Quebradona, visto de sureste a noroeste.

Fotografía 22 Terrazas aluviales



UTM WGS84: 16P 253545,1657524

Fuente: Investigación de campo 2013

3.3.4 Unidades de origen antrópico

Unidad geomorfológica resultante de la intervención del hombre, en la que se realizan remociones de terreno, desviación de afluentes hídricos, extracción de material en canteras y vías de acceso.

Debido a la acción antrópica en la superficie del área ha sido intervenida por la introducción de vías de acceso, así como la extracción de material en canteras para mantenimiento de las vías de comunicación interna.

a) Subunidad de canteras

Esta subunidad se caracteriza por ser punto estratégicos, donde el hombre ha intervenido para la extracción de material rocoso aprovechando el fracturamiento de la roca para utilizarlo como pedrín y como balastre para el mantenimiento vial. (Anexo IV)

Uno de estos puntos es observable en la Fotografía 19, donde el factor antropogénico ha aprovechado el fracturamiento de la zona, interviniendo con maquinaria en el talud, lo cual generó pedrín para el balastre de las vías de acceso cercanas a Cumbre Alta y La Vegona y posterior y naturalmente se formaron flujos de detritos debido al equilibrio que se rompió en el talud.

b) Carreteras

Esta subunidad se caracteriza por ser una red de comunicación entre las comunidades de la zona de investigación. Estos suelen ser de terracería, pequeños tramos carreteros de pavimento (en zonas de pendiente conflictiva) y de asfalto (carretera principal CA-5 que conecta a los municipios de La Unión y Gualán). (Anexo IV)

Resultado de cada una de las unidades geomorfológicas se definen los aspectos del relieve, (Tabla 13).

TABLA 13
RELACIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS Y EL RELIEVE

Unidad geomorfológica	Relieve
De origen agradacional	Ladeas de pendiente muy baja, generalmente son planicies obtenidas de la erosión.
De origen denudacional	Pendientes de ángulo moderado controladas por socavación y flujos de detritos desde pendientes de ángulo más alto con tendencia a mayor erosión.
De origen antrópico	Superficies planas con taludes con pendientes de ángulos fuertes originados por la intervención del hombre.

Fuente: Investigación de campo 2013

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Análisis e interpretación lito-estructural

Según la distribución espacial de las rocas en el área de estudio, ubicada en los alrededores del municipio de La Unión, se logró determinar que existe la presencia de rocas metamórficas de bajo grado, rocas ígneas intrusivas y depósitos sedimentarios.

Inicialmente se define que el primer evento ocurrido fue la formación de las rocas metamórficas de bajo grado las cuales se definieron como Unidad de Filita (Fi), además de poseer una amplia distribución en la localidad, también fue utilizada por el intrusivo de La Unión como roca caja.

Seguidamente ocurre la intrusión del cuerpo ígneo (Gr) a la Filita San Diego (Fi). La Unidad de Granito (Gr) está compuesta por una gradación mineralógica y textural que inicia con una cristalización de Diorita (Di), Tonalita (To), Granodiorita (Gd) hasta finalizar con el Granito (Gr).

Al momento de los últimos estadios de cristalización del intrusivo, este se contrae por la pérdida de calor y se forman fracturas que posteriormente fueron rellenadas con magma residual, formándose así los Diques de magma residual (DMR).

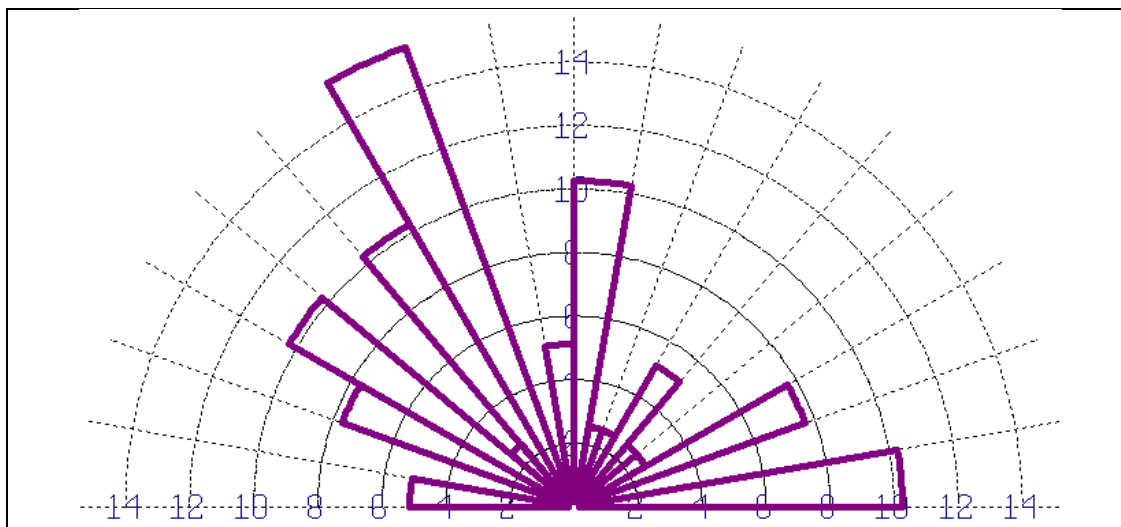
Estas estructuras primarias son muy importantes, una de sus características principales es que según la forma que adopten, reflejarán la profundidad a la que cristalizaron.

Por otra parte la orientación que estas presenten será vital para la clasificación del cuerpo ígneo, ya que según Llambía 2001 por medio de análisis estereográfico y de diagramas de rosa se puede determinar si el intrusivo tuvo una viscosidad alta y un control estructural definido al momento de su emplazamiento.

En el campo los diques de magma residual identificados, presentaban una composición rica en cuarzo y feldespato con algunas trazas de anfíboles, biotita y feldespato potásico.

La orientación que estos presentan aparentemente no se encuentra con un control estructural; pero existe una pequeña tendencia hacia NW y esto se debe seguramente a la posición espacial en la que se encuentra el área con respecto al intrusivo. (Figura 16).

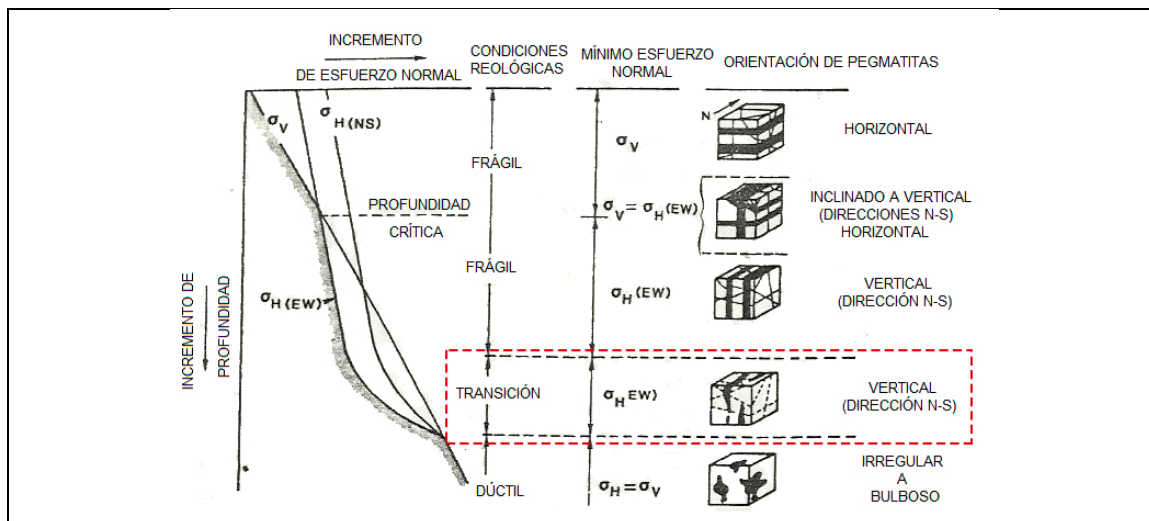
FIGURA 16
ORIENTACIÓN DE DIQUES DE MAGMA RESIDUAL



Fuente: Investigación de campo 2013

Debido a sus características de campo los diques de magma residual (DMR) y a su similar comportamiento a las pegmatitas, estos fueron tomados como tales y apoyado en la Figura 17, que representa la forma de los cuerpos de pegmatitas cristalizan según la profundidad y condiciones reológicas a la que se están sometidas se puede interpretar que el los Diques cristalizaron en una zona de transición, entre la zona frágil y la zona dúctil.

FIGURA 17
CUERPOS PEGMATÍTICOS SEGÚN CONDICIONES DE EMPLAZAMIENTO



Fuente: Modificado de: W. C. Brisbin. *Mechanics of pegmatite intrusion*, Department of Earth Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, R3t 2N2 Canadá. p648.

A partir del emplazamiento se obtiene un contacto inconforme con la roca albergue y ocurre una perturbación térmica por el metamorfismo de contacto, cabe mencionar que tanto la aureola de contacto como las etapas de cristalización del intrusivo no son delimitables debido a la alta meteorización y deformación tectónica que afectan estas rocas.

Posterior a ellos ocurre la deformación de la Unidad de Granito (Gr) por una zona de cizalla que se desarrolla sobre lo que actualmente es el Río Guaranjá y se forma una zona de milonitización.

Seguidamente ocurre el emplazamiento de un cuerpo ígneo máfico que aparentemente es una intrusión de post emplazamiento ya que posee contactos discordantes y se encuentra orientado E-O. Es importante comentar que este cuerpo ígneo aparentemente tuvo su origen tras haber culminado la cristalización de la unidad granítica, como una segunda fase intrusiva de menor grado lo cual generó la Unidad de Monzodiorita (Md).

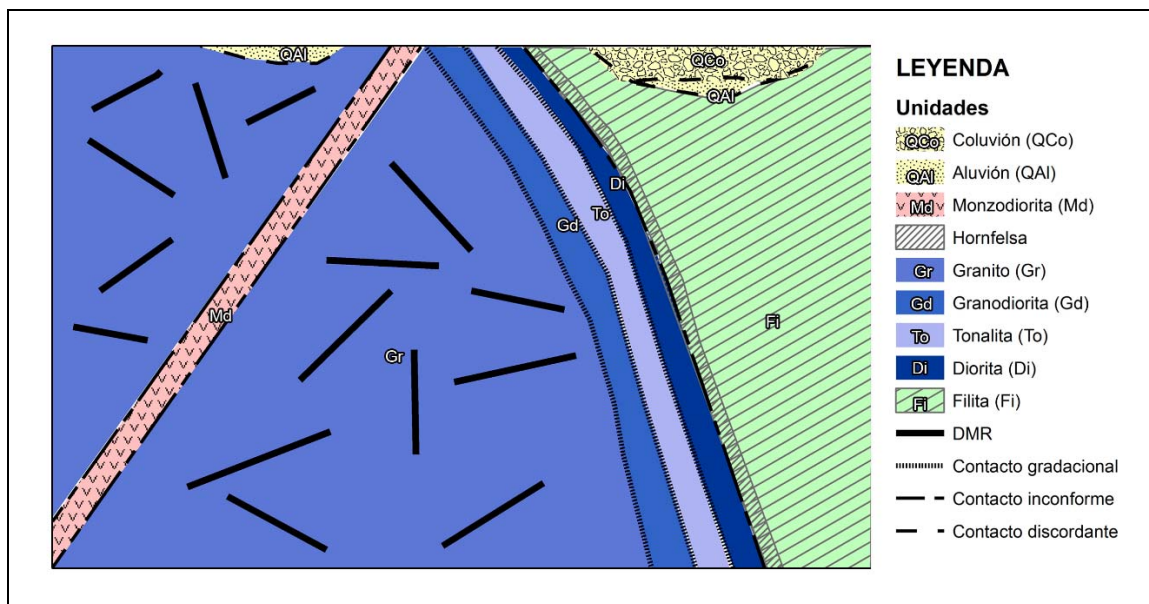
Finalmente sobreyacen sobre estas unidades litodémicas, los depósitos sedimentarios recientes de la Unidad de Aluvión (QAI) y Coluvión (QCo), la primera, está conformada por depósitos aluviales ocasionados por el arrastre y deposición de los detritos hacia las planicies aluviales, siendo La Quebradona y el Río Guaranjá poseen mayor cantidad de material depositado. La segunda se encuentra conformada por deslizamientos rotacionales y traslacionales, producto de la precipitación, la actividad sísmica, meteorización y pendiente, condicionada por la tectónica de la zona, debido a que esta hace que las cuerpos rocosos pierdan cohesión y son susceptibles a un deslizamiento.

Se identificaron alrededor de 7 deslizamientos a través de análisis estereoscópico de fotografías aéreas, y uno más en el campo, siendo este último el ocurrido en julio de 2008 en la entrada a la cabecera municipal. Estos se encuentra formando parte de la geomorfología de la región y en ocasiones se encuentran afectando el bienestar de la población ya que las vías de acceso colapsan y se dificulta la comunicación entre comunidades.

Martens, et. al. (2012) sugieren que el basamento del área corresponde a la Filita San Diego, la edad oscila entre ~990 a ~1,100 Ma. Además mencionan que se encuentran emplazados distintos intrusivos sobre dicha Formación, siendo uno de estos el Plutón La Unión (Jurásico medio), y el Plutón Chiquimula (Cretácica).

Tomando en cuenta todo lo anterior, se propone un modelo ideal de relaciones entre de las unidades litodémicas (Figura 18) aflorantes en la zona, en dicho diagrama se representa como basamento la Unidad de Filita (Fi), intruida por la Unidad de Granito (Gr) la cual contiene graciones minerales y texturales de Diorita (Di), Tonalita (To), Granodiorita (Gd) y Granito (Gr), siendo este último con una mayor predominancia en la zona, posterior a eso existe un metamorfismo de contacto para la Unidad de Filita (Fi) debido al nivel de emplazamiento del intrusivo. Posterior a esto se inyecta un magma máfico generando la Unidad de Monzodiorita (Md) y por último la deposición de la Unidad de Aluvión (QAI) y Coluvión (QCo).

FIGURA 18
ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

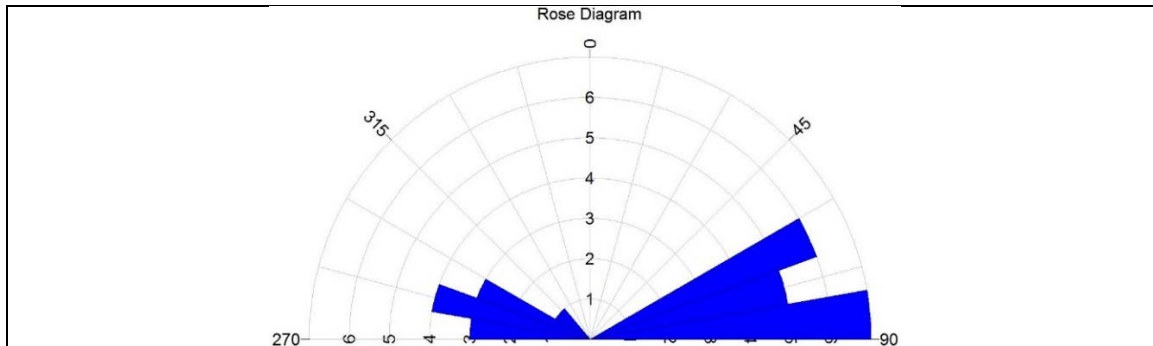


Fuente: Investigación de campo 2013

Las estructuras encontraron en el área de investigación poseen un patrón confuso, por lo cual han sido analizadas estereográfica, geométrica y estadísticamente para poder establecer la elipse de deformación local.

Las foliaciones se presentan con tendencia NE-SW, son foliaciones encontradas exclusivamente sobre la Unidad de Filita (Fi) y su génesis está ligada a una deformación regional durante su formación. (Figura 19).

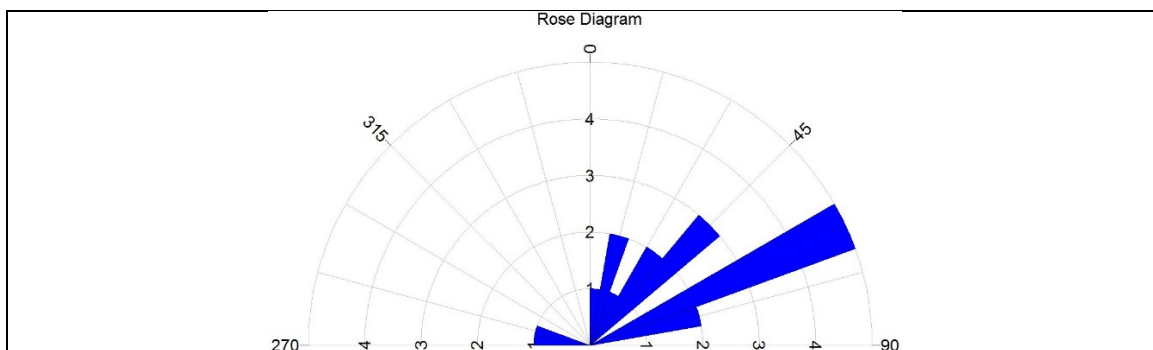
FIGURA 19
ORIENTACIÓN DE FOLIACIÓN



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

La foliación de milonita se localiza exclusivamente sobre el Río Guaranjá, en la Unidad de Granito (Gr), esta se formó a partir de metamorfismo dinámico dando como resultado la zona de cizalla que atraviesa el cuerpo ígneo de NE-SW. (Figura 20)

FIGURA 20
ORIENTACIÓN DE FOLIACIÓN DE MILONITA



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

En cuanto a las estructuras lineales, se identificaron de 2 tipos siendo estas, ejes de pliegue y lineación mineral y los 2 están

relacionados a la zona de cizalla que afecta a la Unidad de Granito (Gr). El plano axial ($N280^{\circ}/65^{\circ}$) de un pliegue sobre el río Guaranjá, sugiere que son pliegues asimétricos con vergencia al SW. (Fotografía 16a).

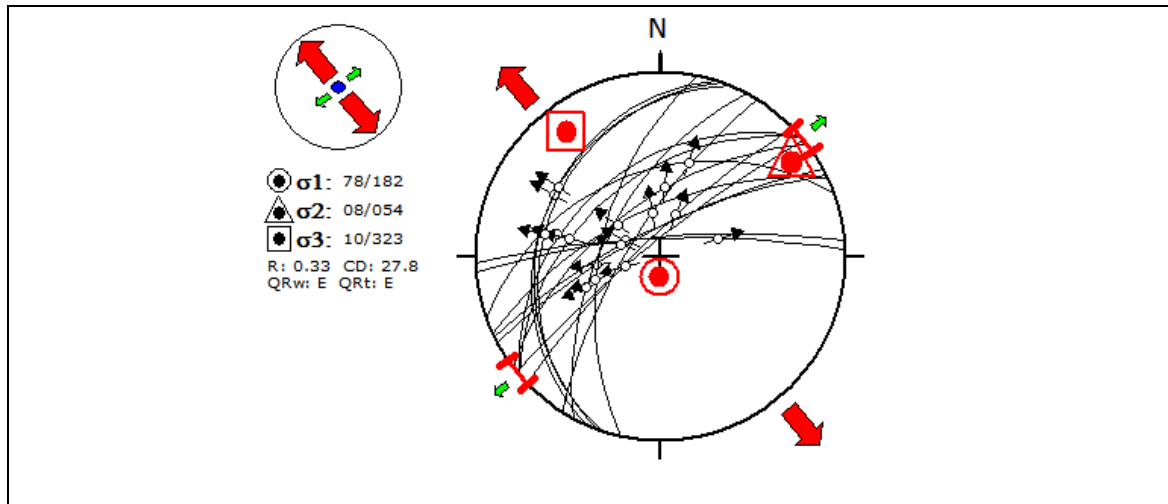
La orientación mineral de moscovitas en el área de estudio se observa sobre la zona de cizalla, la cual aflora sobre el Río Guaranjá, y entre las rutas de acceso que conectan a las aldeas “La Vegona-Cumbre Alta” y “Corozal Abajo-Cumbre Alta” conservando el patrón $N020^{\circ}$ la cual evidencia la dirección de la compresión regional y en este caso se encuentra vinculada a la dirección del esfuerzo que generó la zona de cizalla que seguramente fue generada por la Falla Motagua

Las estructuras planares frágiles encontradas fueron fallas y fracturas y poseen una amplia distribución a través la unidad de Filita (Fi), Granito (Gr) y Monzodiorita (Md). Cabe mencionar que todo el análisis estereográfico de fallas se realizó mediante el Software *Wintensor*.

Dicho software libre genera 2 estereogramas en un mismo gráfico, el principal que es el más grande y representa la distribución de las estructuras evaluadas, así como la posición de cada uno de los sigmas y un pequeño estereograma en la parte superior izquierda que representa la forma en como están dispuestos los esfuerzos, se representan como Sigma 1 (azul) Sigma 2 (verde) y Sigma 3 (rojo).

Las fallas normales poseen una dirección de Sigma 3 (rojo) hacia $10^{\circ}/N323^{\circ}$ y sigma 1 (azul) hacia $78^{\circ}/N182^{\circ}$. Estas están relacionadas a un evento geológico contemporáneo con la foliación ya que presentan el mismo patrón de esfuerzos. (Figura 21)

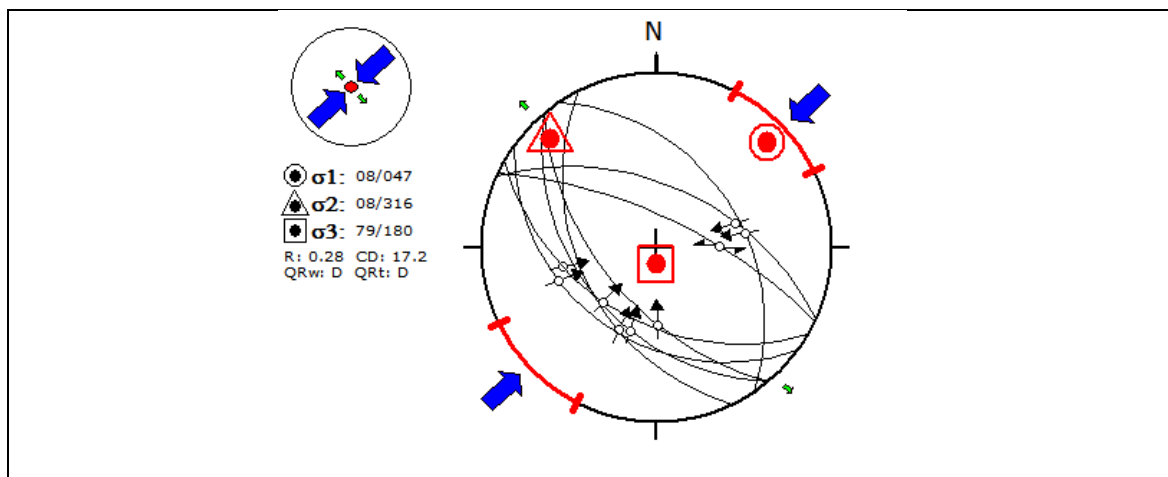
FIGURA 21
ESFUERZOS EN FALLAS NORMALES



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Las fallas inversas poseen una dirección de Sigma 3 (rojo) hacia 79°/N180° y sigma 1 (azul) hacia 08°/N047°. Estas fallas están relacionadas a un evento geológico contemporáneo con la foliación y con el fallamiento normal, es decir que estadísticamente ofrecen la misma dirección de compresión y tensión que dichas estructuras geológicas. (Figura 22)

FIGURA 22
ESFUERZOS EN FALLAS INVERSAS



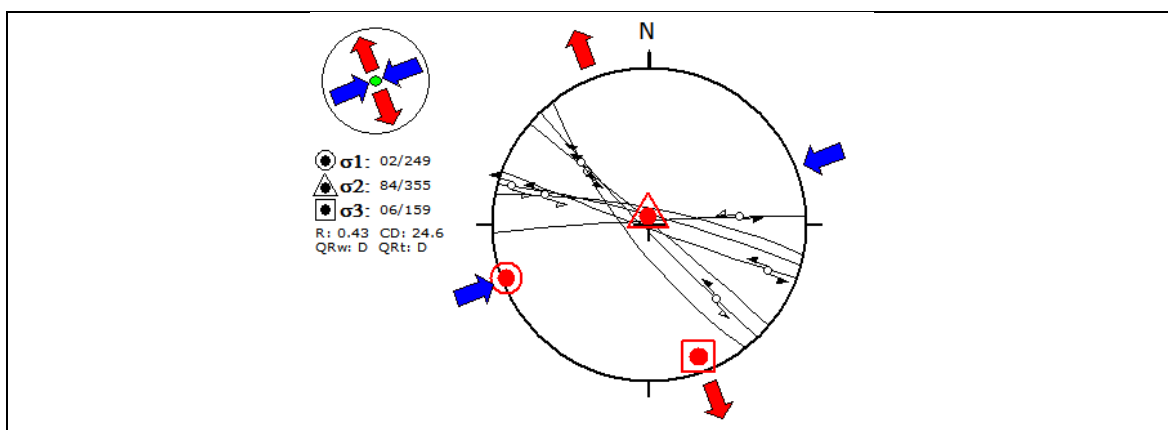
Fuente: Investigación de campo. Año 2013

El análisis estereográfico de las fallas dextrales y sinestrales determinó que poseían dos direcciones preferenciales de compresión y tensión las cuales se presentan a continuación

Geométrica y estadísticamente se observan 2 patrones bien definidos que se agruparon como “familias de fallas dextrales” siendo el primer patron observable el orientado SW-NE se le denominó “Fallas dextrales F1” y el segundo patron observable es el orientado NW-SE se le denominó “Fallas dextrales F2” debido al comportamiento geométrico que presenta cada una de ellas.

El fallamiento dextral “F1” (Figura 23) presenta esfuerzo compresional (σ_1) a $02^\circ/N249^\circ$ y un esfuerzo extensional (σ_3) a $06^\circ/N159^\circ$. Estas están relacionadas geoméricamente con el fallamiento normal, inverso y con la foliación.

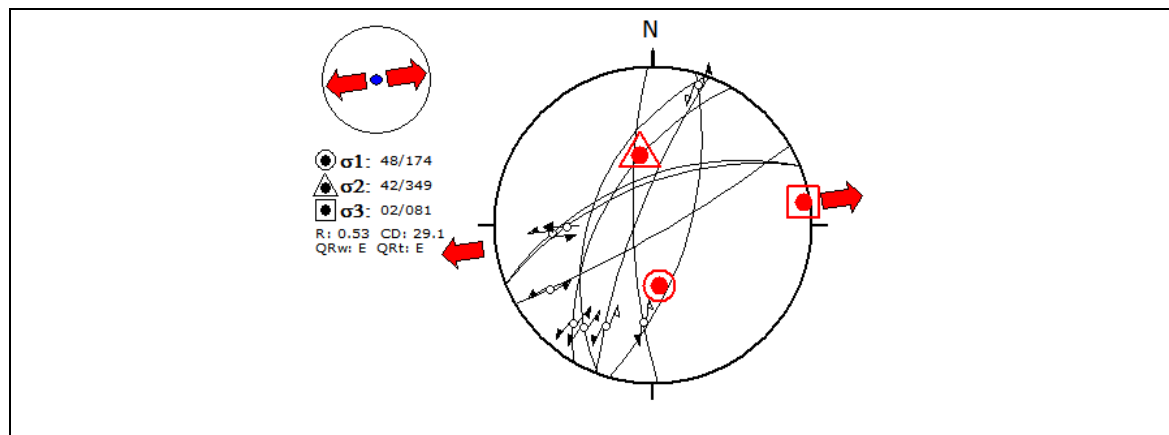
FIGURA 23
ESFUERZOS EN FALLAS DEXTRALES F1



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

El fallamiento dextral “F2” (Figura 24) presenta un esfuerzo compresional (σ_1) a $48^\circ/N174^\circ$ y un esfuerzo extensional (σ_3) a $02^\circ/N081^\circ$.

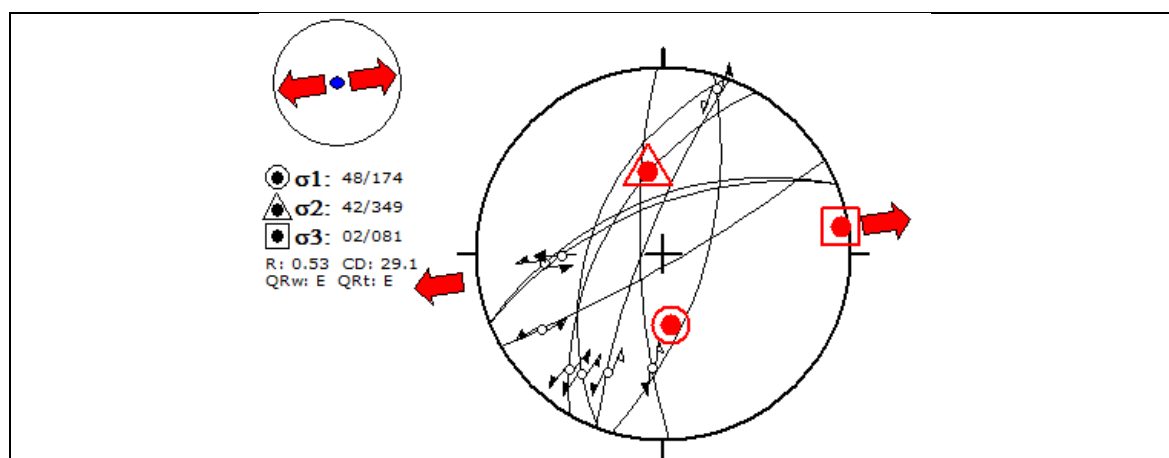
FIGURA 24
ESFUERZOS EN FALLAS DEXTRALES F2



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Geométrica y estadísticamente se observan 2 patrones definidos que se agruparon como “familias de fallas sinestrales” siendo el primer patrón observable, el que se orienta NE-SO se le denominó “Fallas sinestrales F1”; el segundo patrón observable es el orientado SE-NW se le denominó “Fallas sinestrales F2”. El fallamiento sinistral “F1” (Figura 25) evidencia un esfuerzo compresional (σ_1) a $08^\circ/N047^\circ$ y un esfuerzo extensional (σ_3) a $79^\circ/N180^\circ$.

FIGURA 25
ESFUERZOS EN FALLAS SINISTRALES F1

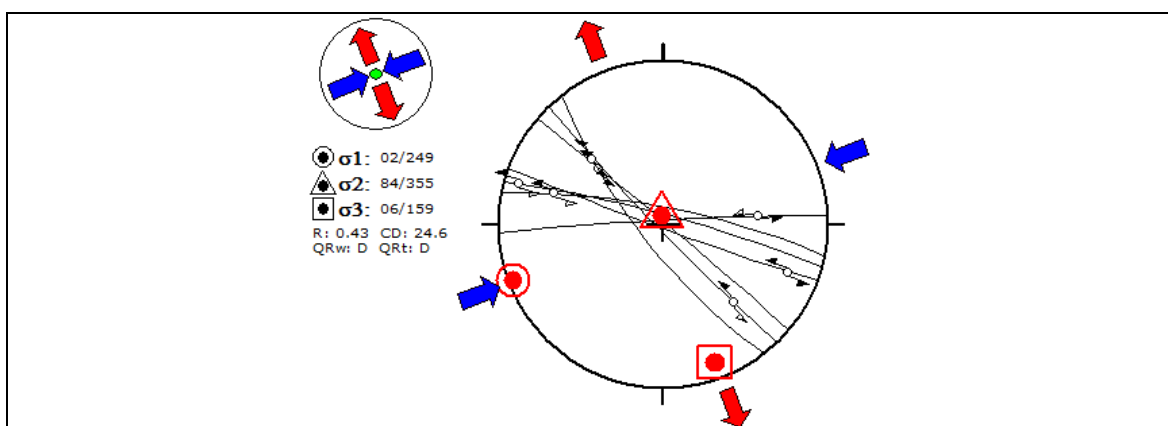


Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Estás fallas están relacionadas a un evento geológico contemporáneo con la foliación y con el fallamiento normal, inverso y dextral F1 es decir que ofrecen el mismo patrón de esfuerzo de compresión y tensión que el fallamiento dextral F1, las fallas normales, fallas inversas y la foliación.

El fallamiento sinistral “F2” (Figura 26) presenta un esfuerzo compresional (σ_1) a N355° ó N175° y un esfuerzo extensional (σ_3) a N085° ó N265°.

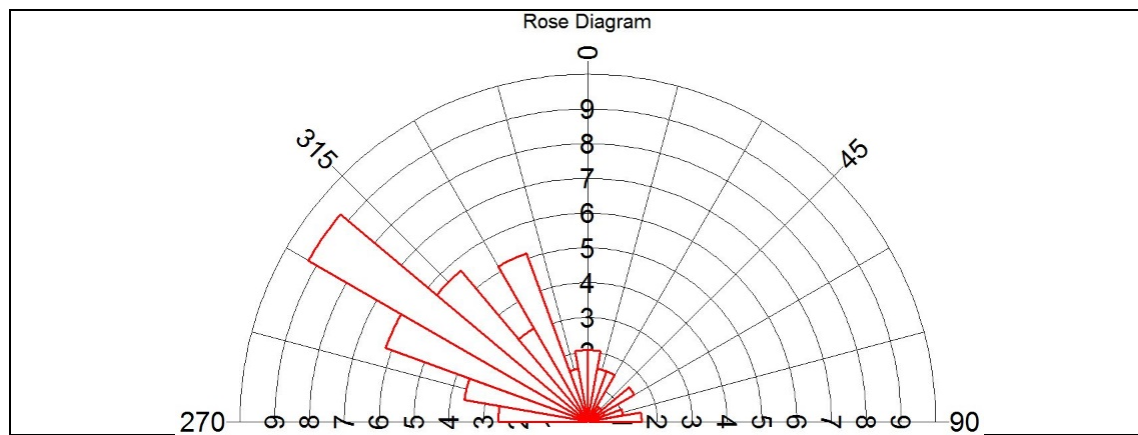
FIGURA 26
ESFUERZOS EN FALLAS SINISTRALES F2



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Las fracturas son estructuras geológicas que afectan a la mayoría de las unidades litodémicas, encontradas en la zona de investigación geológica. Las fracturas se analizaron por medio de un diagrama de rosa y se determinó que cuentan con una orientación preferencial N125° y N300° aproximadamente (Figura 27)

FIGURA 27
FRACTURAS



Fuente: Investigación de Campo 2013

5.2. Modelos estructurales

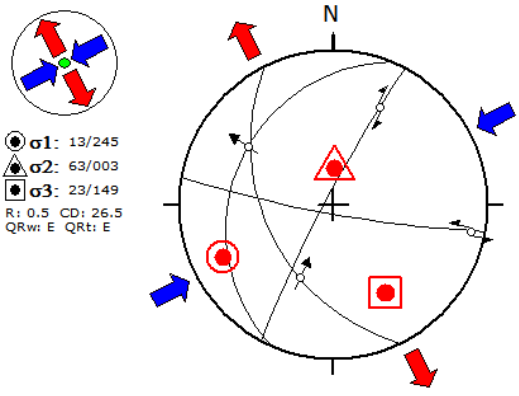
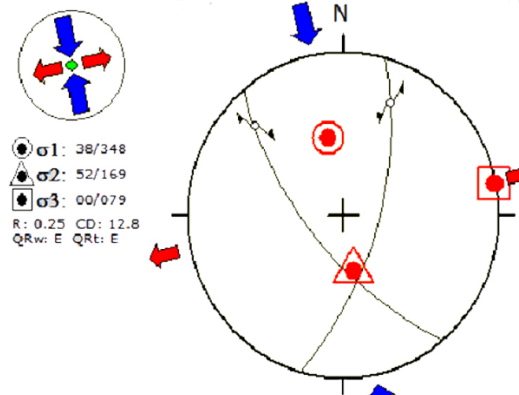
En la elaboración del modelo estructural local, se formaron dos modelos parciales para contrastar las estructuras que son compatibles entre sí de forma geométrica, para lo cual se vincularon las estructuras correspondientes a los dos eventos de deformación general.

Estructuralmente hablando, en la zona de investigación se encontraron 2 eventos de deformación frágil, en los que únicamente se identificaron 17 elementos normales, 9 inversos, 8 sinestrales y 7 dextrales para la deformación "F1" y 5 elementos dextrales y 9 sinestrales para la deformación "F2".

Tomando en cuenta que existen más evidencia de estructuras asociadas al evento "F1" se puede concretar que la cinemática actual se ve reflejada en dichas estructuras siendo esta del tipo sinistral que también se encuentra reflejado en otras estructuras como fallamientos normales, inversos, de rumbo que presentan una compresión NE-SW y asociadas a estos, una geometría donde pudieron generarse foliaciones, lineamientos estructuras, grietas de tensión y ejes de pliegue.

Para este análisis se descartará parcialmente el arreglo presentado por las estructuras “F2” hasta que se encuentre evidencia compatible que pueda reforzar el posible paleo stress N-S casi franco, llegando a la conclusión de que en el área de investigación geológica, con las evidencias que se poseen hasta el momento, solo es posible hablar de un evento de deformación.

TABLA 14
GEOMETRÍA DE ESFUERZOS EN ESTRUCTURAS DE DEFORMACIÓN FRÁGIL

Estructuras “F1”			 <p> σ_1: 13/245 σ_2: 63/003 σ_3: 23/149 R: 0.5 CD: 26.5 QRw: E QRt: E </p>
Estructuras	σ_1	σ_3	
Fallas normales	N053°	N323°	
Fallas inversas	N047°	N317°	
Fallas dextrales	N085°	N355°	
Fallas sinestrales “	N065°	N335°	
Estructuras “F2”			 <p> σ_1: 38/348 σ_2: 52/169 σ_3: 00/079 R: 0.25 CD: 12.8 QRw: E QRt: E </p>
Estructuras	σ_1	σ_3	
Fallas dextrales	N339°	N069°	
Fallas sinestrales	N351°	N081°	

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

El modelo general propuesto mediante el análisis geométrico y estadístico de las diversas estructuras corresponde a un modelo de deformación sinistral, tomando en cuenta estructuras geológicas de deformación frágil la cinemática, así como otras estructuras que son compatibles con el sistema (Tabla 15), se propone la elipse de deformación local, la cual presenta un esfuerzo compresional (σ_1) hacia N053° y un esfuerzo extensional (σ_3) N328°.

Dicha elipse de deformación local cuenta con interacciones de estructuras geológicas como fallas normales, fallas inversas, fallas de rumbo sinestrales, fallas de rumbo dextrales, foliaciones, y ejes de pliegue.

TABLA 15
ELIPSE DE DEFORMACION LOCAL

Estructuras	σ_1	σ_3
Fallas normales	N053°	N323°
Fallas inversas	N047°	N317°
Fallas dextrales	N085°	N355°
Fallas sinestrales	N065°	N335°
Foliaciones	N044°	N314°
Ejes de pliegue	N038°	N308°
Ángulo promedio	N053.3°	N328.6°

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3. Análisis e interpretación geomorfológica

La geomorfología del área se define por la litología, la pendiente y los rasgos estructurales. Las zonas de mayor pendiente están asociadas a la Unidad de Filita y la Unidad de Granito, dichas unidades han sido muy susceptibles a la erosión y la meteorización físico-química, observado casi en todas las vías de acceso de la zona estudiada.

El transporte y depositación de los detritos se encuentra principalmente sobre La Quebradona y el Río Guaranjá, estos drenajes erosionan la superficie del terreno por medio de la erosión hídrica y a su vez depositan en sus respectivos canales llanuras aluviales (zonas de *point bar*) los sedimentos arrastrados por el cauce, formando las respectivas terrazas aluviales.

Las unidades establecidas en la localidad son: Unidad de origen agradacional, Unidad de origen denudacional y Unidad de origen antrópico, cada una ligada a la génesis de su desarrollo, , siendo estas establecidas en campo y otras han sido delimitadas por medio del mapa de pendientes y el mapa de elevación digital DEM.

La unidad de origen agradacional está formada por planicies producto de la depositación de detritos arrastrados y retrabajadas por los diferentes caudales del área, a la Unidad de origen denudacional corresponden las formas que se encuentran expuestas a la meteorización y erosión por agentes meteorológicos, siendo estas crestas y laderas de alta, media y baja pendiente y la Unidad de origen antrópico se presenta por la intervención de la actividad del hombre, produciendo taludes en vías de acceso y canteras. Es importante mencionar que estas geoformas no son regionales y son muy localizadas en ciertos sectores y sus dimensiones no rebasan los 500 metros en los casos más excepcionales.

El área de estudio se encuentra afectada por una serie de deslizamientos rotacionales, flujo de detritos y deslizamientos traslacionales. Se identificaron mediante al tipo de material, la dirección de su flujo y el tipo de movimiento, observándose en campo y fotografías aéreas por estereoscopia.

Los deslizamientos rotacionales tienen mayor presencia en la Unidad de Filita, puede deberse a que esta presenta una cierta cantidad de minerales alúminico (moscovita y clorita), los cuales se hidratan al estar en contacto con aguas fluviales y meteóricas, convirtiéndose en arcillas, creando un movimiento de flujo de forma cóncava.

Los deslizamientos trasnacionales tienen mayor influencia sobre la Unidad de Granito, puede deberse a que esta cuenta con grandes cantidades de cuarzo, siendo la acción de aguas fluviales y meteóricas no influyentes a gran escala en esta unidad debido a su contenido mineralógico que presenta una alta estabilidad al intemperismo.

Los flujos de detritos se encuentran relacionado a la unidad de Filita, en la cual la roca se encuentra altamente fracturada y por la influencia de las aguas meteóricas principalmente, rompen la estabilidad de la roca, ocasionando flujo de detritos formados por suelo y pequeños fragmentos de no más de 10 cm de diámetro.

Cabe mencionar que también existen formas generadas por la acción de la erosión fluvial y superficial, creando surcos, cárcavas y otras geoformas identificadas.

5.4. Historia geológica

Inicialmente se forma la Unidad de Filita (Fi) por metamorfismo regional precámbrico, la cual se encuentra formando el basamento del área, luego esta es intruída por el Granito formando un contacto inconforme con la roca caja. Dicho cuerpo ígneo se encuentra gradando desde su contacto lateral con la roca caja hacia el núcleo del mismo, iniciando su secuencia de cristalización Diorita, Tonalita, Granodiorita y concluye con Granito.

En sus últimos estadios de enfriamiento del intrusivo se forman fracturas debido a la descompresión del magma, las cuales se rellenaron posteriormete con magma residual formando diques de magma residual los cuales toman su forma dependiendo a la profundidad a la que cristalizan y se orientan (Llambías 2001) dependiendo de la viscosidad del magma.

En las cercanías al contacto entre el intrusivo y la roca albergue se dio una silisificación de la caja debido al calor liberado por dicha intrusión, esta alteración de la caja al igual que la gradación del cuerpo ígneo no puede ser delimitable, debido a que posee una alta meteorización; aproximadamente grado III a IV y se encuentra altamente deformado estos aspectos dificultan la observación en el campo de una continuidad lateral.

La Unidad de Granito (Gr) se encuentra discordante con respecto a la Unidad Monzodiorita (Md), la cual intruye al plutón incluyendo una parte de la zona de cizalla. Además esta es discordante con los depósitos de la Unidad de Aluvión y Coluvión.

La edad descrita en 2012 por Martens, Uwe, et. al. en “*The Chortís Block-Southwestern México Connections: U-Pb Zircon Geochronology*” en la revista *American Journal of Science* para la Filita San Diego oscila entre

990 y 1 100 Ma., para el Plutón La Unión una edad de Jurásico medio por correlación con unos ortogneises que afloran al Norte en el Complejo Las Ovejas.

CONCLUSIONES

Conclusión general

Los resultados obtenidos mediante la cartografía de 24 km cuadrados en los alrededores del municipio de La Unión, Zacapa, presenta a la Unidad de Filita (Fi) como basamento, la cual se encuentra intruída por la Unidad de Granito (Gr), que se encuentran inconforme misma. A su vez se encuentra inconforme con la Unidad de Monzodiorita (Md), y discordantes con la Unidad de Aluvión (QAl) y Coluvión (QCo)

La deformación local que presenta el área es atribuida a los esfuerzos principales que se desarrollan sobre las estructuras de dominio frágil encontradas en la zona, las cuales se encuentran orientados $\text{Sigma } 1 = \text{N}053^\circ$ y $\text{Sigma } 3 = \text{N}328^\circ$ y se encuentra estrechamente vinculada a la falla del Motagua.

La Geomorfología se generó por la litología, pendiente, precipitación, meteorización y tectónica, debido a que las distintas la distribución de las geoformas en la localidad se encuentra controlada por factores principalmente litológicos que se encuentran fluctuados por su composición mineralógica, ya que las hace más susceptibles a ser erosionada, meteorizada, transportada ó depositada según sea su caso, tectónicamente la topografía y algunas geoformas como crestas y laderas son elevaciones provocadas principalmente por la tectónica regional.

Conclusiones específicas

Basado en análisis petrográfico se logró determinar que la Unidad de Granito posee una gradación textural, granulométrica y mineralógica con 4 etapas de cristalización, siendo esta Diorita (Di), Tonalita (To), Granodiorita (Gd) y Granito (Gr).

Por medio de la forma que los DMR adoptaron en el campo, se puede argumentar que estos son post-magmáticos y se enfriaron en una zona de transición en la corteza frágil-dúctil; aunque no cristalizaron junto el intrusivo, estos seguramente intruyeron esas fracturas generadas por descompresión en el intrusivo dando como resultado una orientación radial con una pequeña preferencia hacia NW que fue reflejada por ellos en el diagrama de rosa.

El arreglo de los DMR sugiere que estos poseen un relativo control estructural hacia esa dirección debido a la posición espacial del área en cuanto al intrusivo, el cual es un fundamento bastante fuerte para proponer que el intrusivo pertenece a un cuerpo ígneo globoso.

La cinemática del área de investigación es del tipo sinistral y se encuentra asociado a la falla del Motagua que se encuentra al norte del área de investigación. Siendo está refleja en las estructuras de deformación frágil que refieren su esfuerzo principal hacia N035°.

Las unidades geomorfológicas contenidas en la zona investigada son de origen agradacional, denudacional y antrópico. Las de origen agradacional se subdividen en terrazas (Te) y valles aluviales (Va), las de origen denudacional se subdivide en laderas (pendiente fuerte (Lpf), pendiente media (Lpm) y pendiente suave (Lps)), cresta (Cr) y movimientos de ladera, y las de origen antrópico se subdivide en canteras (Can).

RECOMENDACIONES

Realizar una cartografía a escala 1:50 000 de la hoja topográfica La Unión, con la finalidad de conocer más a fondo las estructuras regionales y la distribución de las unidades litológicas en dicha zona ya que el intrusivo cubre un 60% de dicha hoja y las relaciones espaciales con las rocas metamórficas con las que interactúan son muy importantes para establecer su forma de emplazamiento.

Debido a que el Plutón La Unión puede estar vinculada a la misma cámara magmática o a la misma fuente magmática que el Plutón de Chiquimula por su estrecha cercanía, se recomienda realizar estudios geoquímicos para poder determinar si se encuentran vinculados ó son totalmente diferentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva, Mario. Et. Al. *Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Ejercicio Profesional Supervisado. Licenciatura en Administración de Empresas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Ciencias Económicas, 2 009.
- Castellanos, Ramón. *Esquema preliminar de desarrollo urbano del municipio de La Unión, departamento de Zacapa*. Tesis Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Arquitectura, 1 982.
- Donnelly, Thomas. Et. Al. *Northern Central America: The Maya and Chortis Blocks*. United States of America: The Geological Society of America, 1 990.
- Instituto Geográfico Nacional –IGN-, *Hoja topográfica La Unión (2360 IV)*, Guatemala IGN. Escala 1:50 000 color, 1 984
- Leal, Dulce. *Evaluación de susceptibilidad por deslizamientos en un área de 8km² en el casco urbano del municipio de La Unión, Zacapa*. Ejercicio Profesional Supervisado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Norte. Cobán, Alta Verapaz: Carrera de Geología, 2 011.
- Llambías, Eduardo. *Geología de los cuerpos Ígneos*. Buenos Aires, Argentina: Editoriales Magna, 2 001.
- Martens, Uwe. Et. Al. “The Chortís Block-Southwestern México Connections: U-Pb Zircon Geochronology constraints.” *American Journal of Science*. 312 (marzo 2 012): 288-313.
- Mattauer, Maurice. *Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre*. Barcelona, España: Ediciones Omega, 1 973.
- Millan, SM. (Comp.) *Preliminary stratigraphic lexicon north and central Guatemala*. Newfoundland, Ottawa, Canadá: United Nations Development, 1 985.

Pérez, Edgar. *Léxico estratigráfico del Bloque Chortí en Guatemala*. Tesis Ingeniero Geólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Norte. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2 000.

Salguero, Francis. *Área 2360 IV, S12 La Unión*. Informe final de curso de Geomorfología. Técnico en Geología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Norte. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2 012.



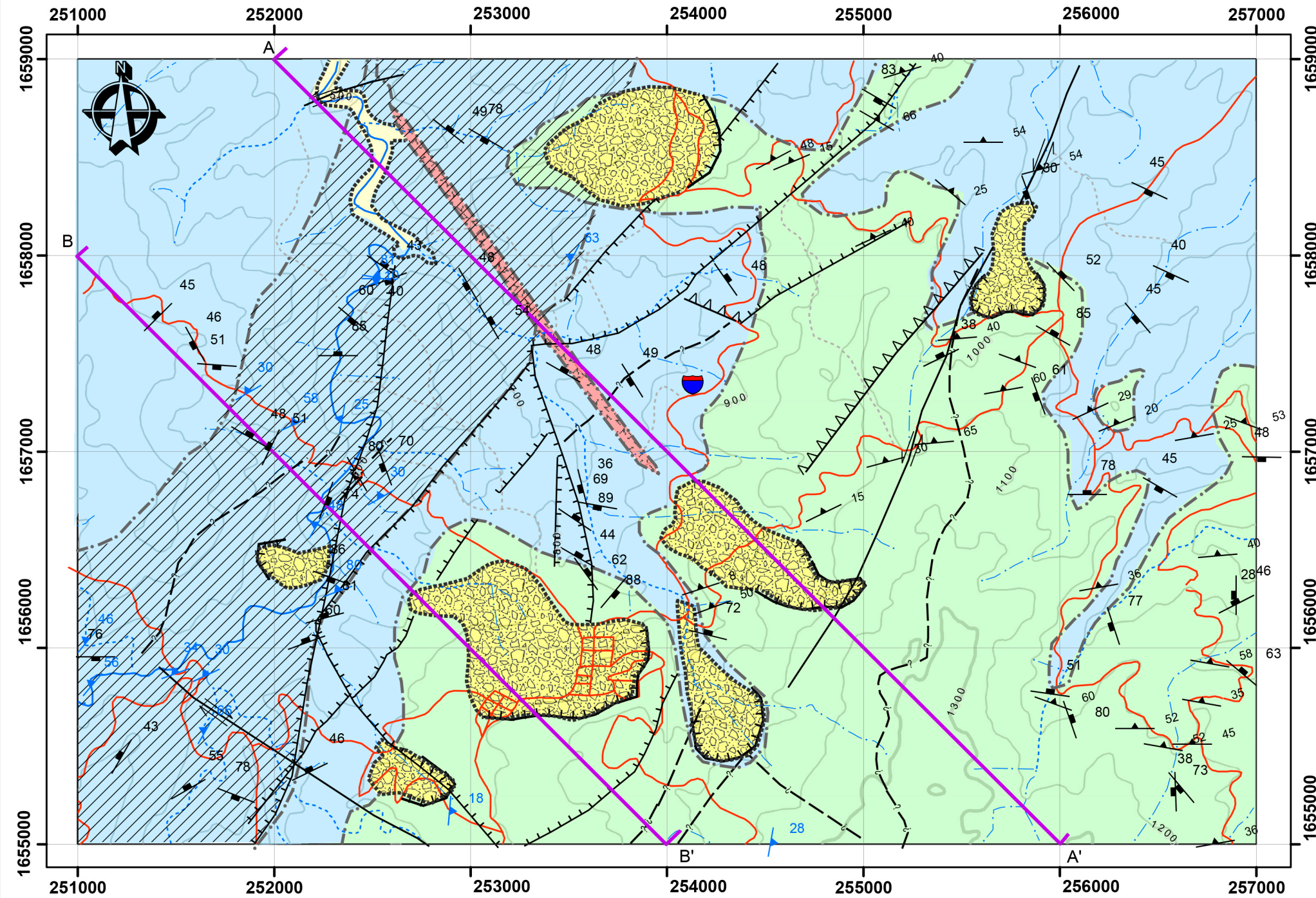
Adán García Véliz

Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO



ANEXOS

Mapa geológico

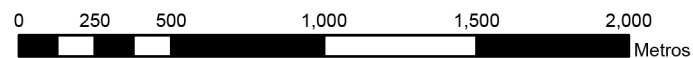


LEYENDA

- Unidad de coluvión (QCo)
- Unidad de aluvión (QAI)
- Unidad de monzodiorita (Md)
- Unidad de granito (Gr)
- Granito
- Unidad de filita (Fi)
- Zona de cizalla

SIMBOLOGÍA

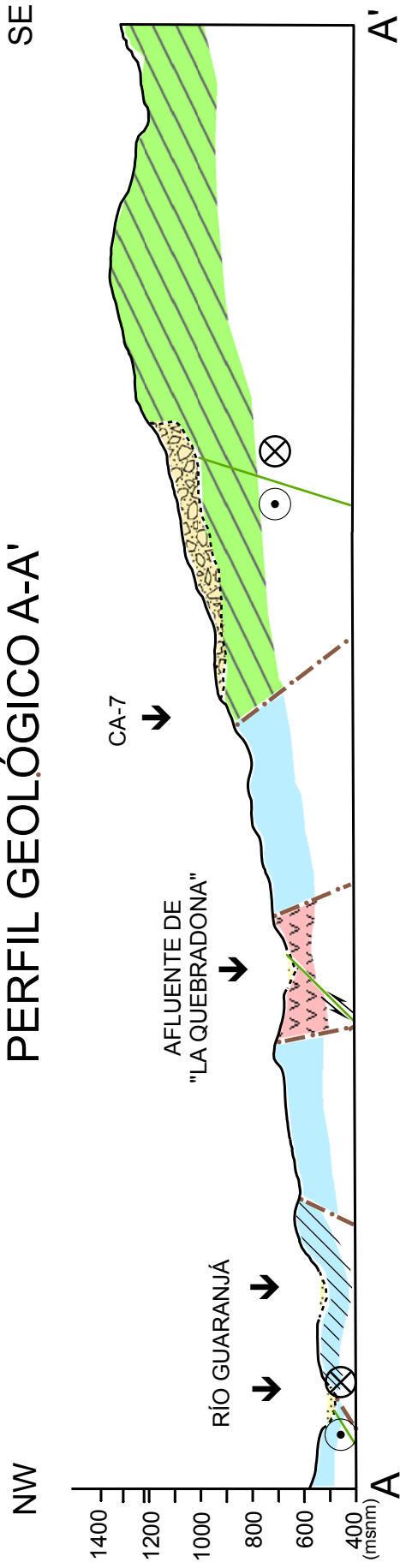
- Foliación de milonita
- Foliación
- Falla dextral
- Falla sinistral
- Falla inversa
- Falla normal
- Fractura
- Contacto inconforme inferido
- Contacto discordante inferido
- Fallamiento inferido (fotografía aérea)
- Corona de deslizamiento
- CA-5
- Ríos
- Quebradas
- Rutas de acceso
- Senderos
- Curvas de nivel a 100m



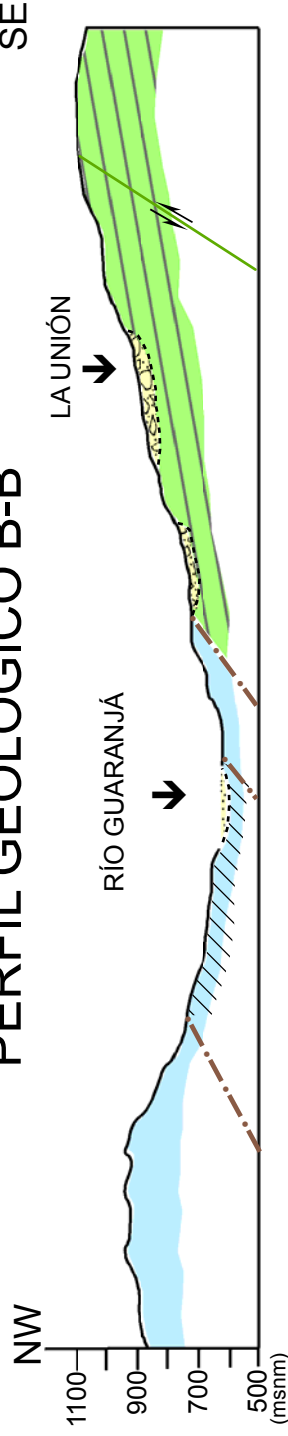
1:25,000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE CARRERA DE GEOLOGÍA TRABAJO FINAL DE CAMPO	
	PETROLOGÍA EN LA UNIÓN: Modelo petrológico del Plutón La Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000	
ANEXO I MAPA GEOLÓGICO		
FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ, 201140384		
ASESOR Y REVISOR: ING. GEOL. SERGIO D. MORÁN ICAL ING. GEOL. CÉSAR F. MONTERROSO REY		REFERENCIA ESPACIAL WGS 84 ZONA 16
		ANEXO I Pag. 101

PERFIL GEOLÓGICO A-A'



PERFIL GEOLÓGICO B-B'



LEYENDA

- Unidad de Coluvión (QCo)
- Unidad de Aluvión (QA)
- Unidad de Monzoniorita (Md)
- Unidad de Granito (Gr)
- Unidad de Filita (Fi)
- Zona de cizalla

SIMBOLOGÍA

- Falla sinistral
- Falla normal
- Contacto Inconforme
- Contacto discordante
- Planos de falla
- Topografía



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE GEOLOGÍA
TRABAJO FINAL DE CAMPO
PETROLOGÍA EN LA UNIÓN:
Modelo petrológico del Plutón La Unión,
en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25.000

ANEXO II CORTES GEOLÓGICOS





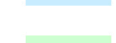
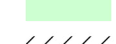
FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ, 201140384

ASESOR Y REVISOR:
ING. GEOL. SERGIO D. MORÁN ICA
ING. GEOL. CÉSAR F. MONTERROSO REY

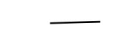

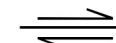

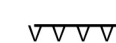
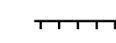


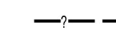
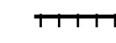




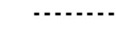

ANEXO II
REFERENCIA
ESPACIAL
WGS 84, ZONA 16
Pag. 103

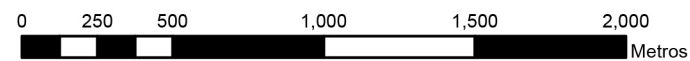
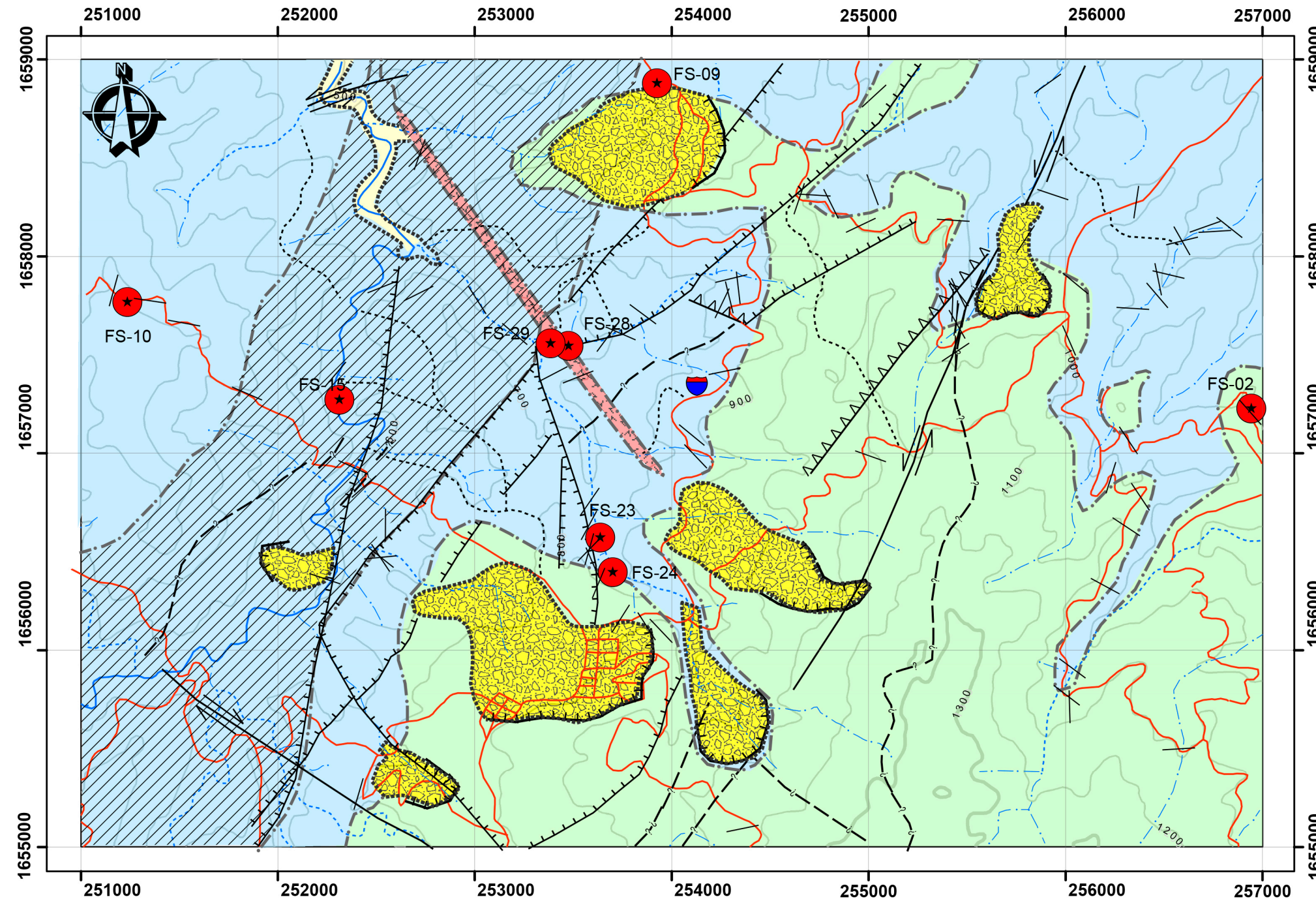
Mapa de DMR y muestras de mano

LEYENDA


-  Unidad de aluvi3n (QAI)
-  Unidad de coluvi3n (QCo)
-  Unidad de monzodiorita (Md)
-  Unidad de granito (Gr)
-  Unidad de filita (Fi)
-  Zona de cizalla

SIMBOLOGÍA

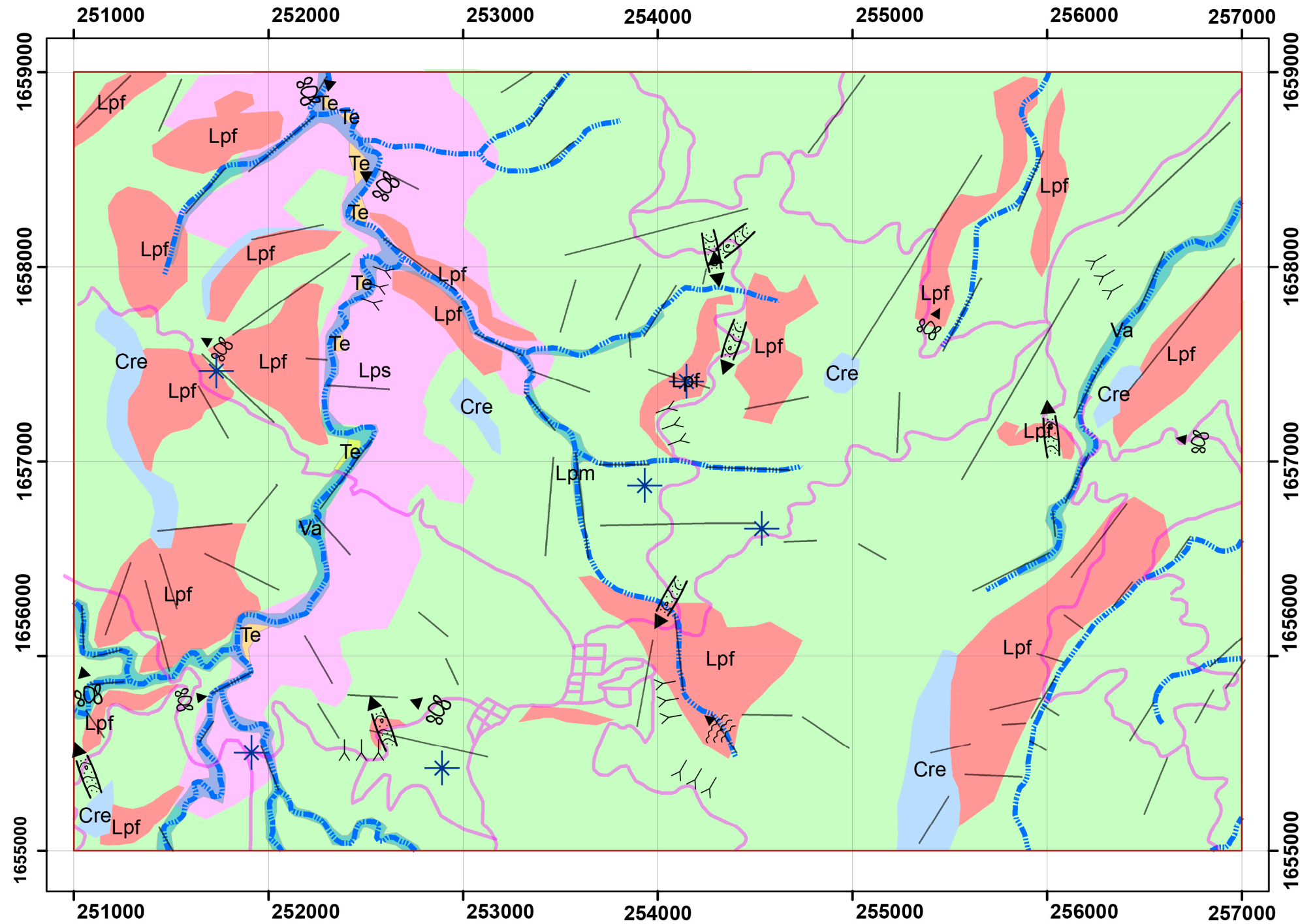
-  DMR
-  Muestras
-  Falla dextral
-  Falla sinistral
-  Falla inversa
-  Falla normal
-  Contacto inconforme inferido
-  Contacto discordante inferido
-  Fallamiento inferido (fotografía aérea)
-  Corona de deslizamiento
-  CA-5
-  Ríos
-  Quebradas
-  Rutas de acceso
-  Senderos
-  Curvas de nivel a 100m



1:25,000

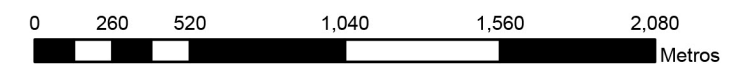
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE CARRERA DE GEOLOGÍA TRABAJO FINAL DE CAMPO	
	PETROLOGÍA EN LA UNIÓN: Modelo petrológico del Plut3n La Unión, en 24 kil3metros cuadrados a escala 1:25 000	
ANEXO III MAPA DE DMR Y MUESTRAS DE MANO		
FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ, 201140384		
ASESOR Y REVISOR: ING. GEOL. SERGIO D. MORÁN ICAL ING. GEOL. CÉSAR F. MONTERROSO REY	REFERENCIA ESPACIAL WGS 84 ZONA 16	ANEXO III Pag. 105

Mapa geomorfológico



LEYENDA

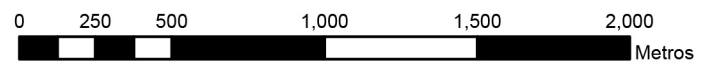
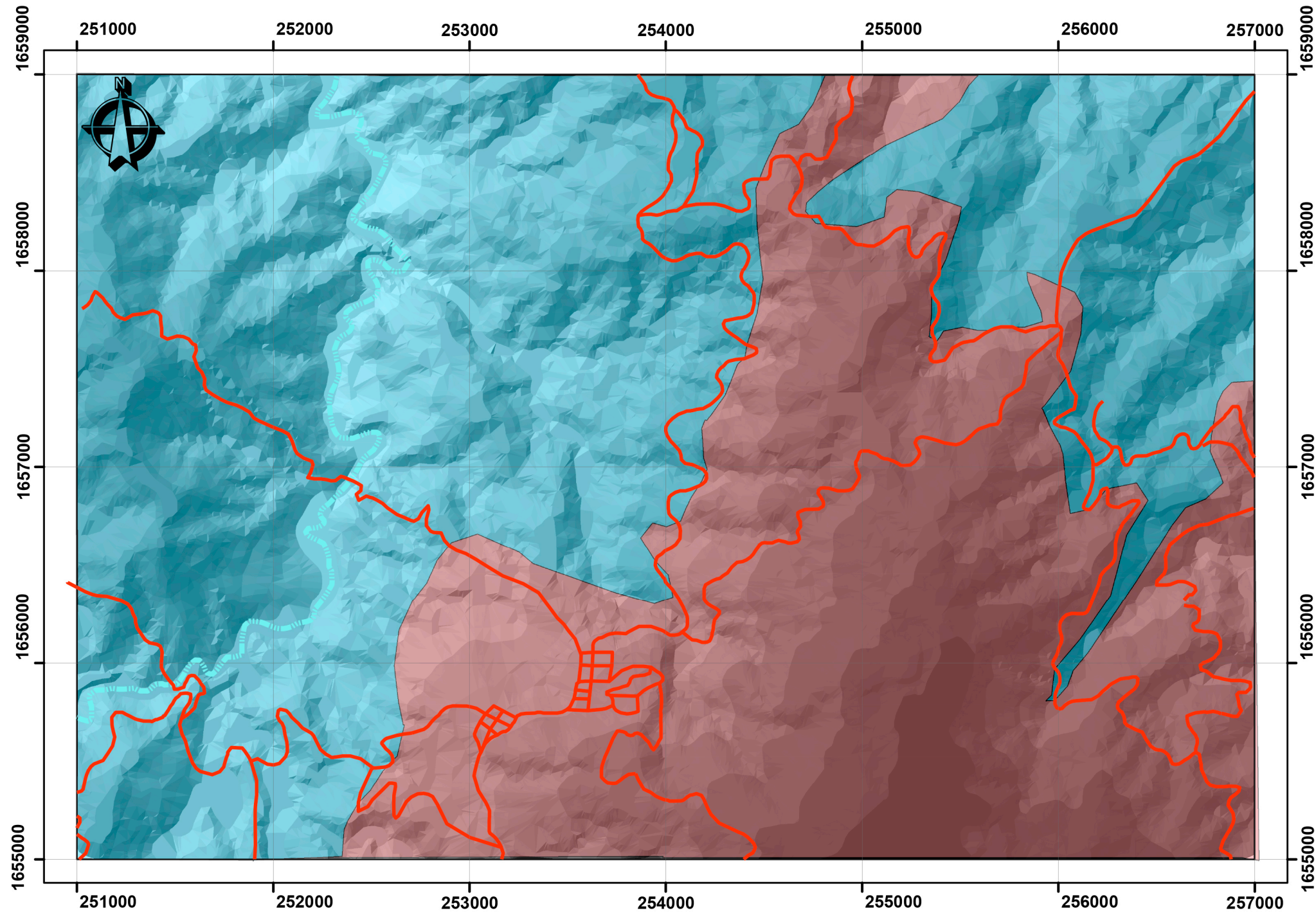
- Unidad Agradacional**
- Sub-unidad de terrazas (Te)
 - Sub-unidad de valle aluvial (Va)
- Unidad Denudacional**
- Sub-unidad de cresta (Cre)
 - Sub-unidad de laderas de pendiente suave (Lps)
 - Sub-unidad de laderas de pendiente media (Lpm)
 - Sub-unidad de laderas de pendiente fuerte (Lpf)
- Y Y Y Cárcavas (Ca)
- ▶ Deslizamiento traslacional (Dt)
- ⊗▶ Flujo de detritos (Cr)
- ▶ Deslizamiento rotacional
- Unidad Antrópica**
- Cantera (Can)
 - Carreteras
 - Lineamientos estructurales
 - Ríos



1:25,000



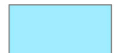

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE CARRERA DE GEOLOGÍA TRABAJO FINAL DE CAMPO	
	PETROLOGÍA EN LA UNIÓN: Modelo petrológico del Plutón La Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000	
ANEXO IV / MAPA GEOMORFOLÓGICO		
FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ, 201140384		
ASESOR Y REVISOR: ING. GEOL. SERGIO D. MORÁN ICAL ING. GEOL. CÉSAR F. MONTERROSO REY	REFERENCIA ESPACIAL WGS 84 ZONA 16	ANEXO IV Pag. 107


Mapa de suelos



1:25,000


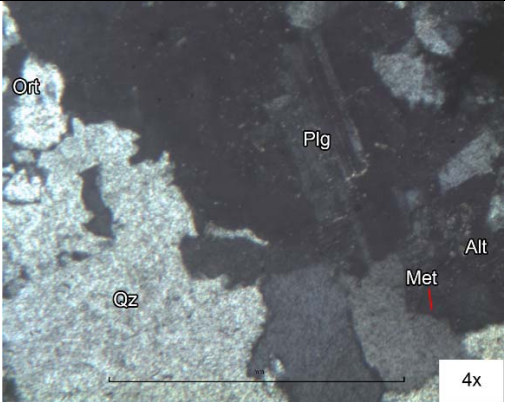
Leyenda

-  Rutas de acceso
 -  Redes fluviales
- ### Suelos
-  Altombrán (Ab)
 -  Telemán (Te)


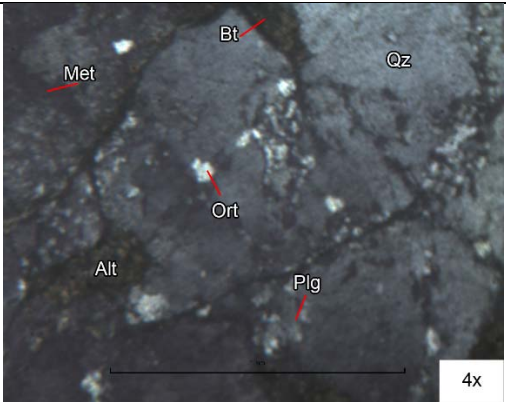
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE CARRERA DE GEOLOGÍA TRABAJO FINAL DE CAMPO	
	PETROLOGÍA EN LA UNIÓN: Modelo petrológico del Plutón La Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000	
ANEXO V MAPA DE SUELOS		
FRANCIS EMANUEL SALGUERO DÍAZ, 201140384		
ASESOR Y REVISOR: ING. GEOL. SERGIO D. MORÁN ICAL ING. GEOL. CÉSAR F. MONTERROSO REY	REFERENCIA ESPACIAL WGS 84 ZONA 16	ANEXO V Pag. 109


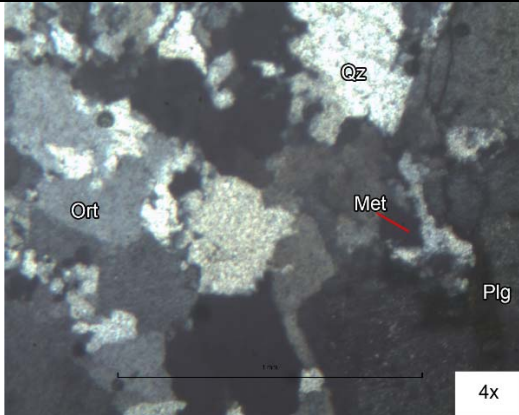
ANEXO VI DESCRIPCIÓN DE SECCIONES DELGADAS

DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		1/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-09	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	253925	1658881		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
Sobre CA-5. al norte, rumbo a Gualán		Tres Pinos, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Características ópticas de los minerales		Ígnea intrusiva	Gabro		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas		II, sana con fracturas teñidas de óxidos	Obscura		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Gabro		Fino <1mm	No se observa		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas en el afloramiento		Minerales melanocráticos	Afanítica		
DESCRIPCÓN MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					2%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				5%
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				---
	Labradoria				---
	Bitownita	31%			
	Anortita	6%			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)					
Piroxenos (Px)	Enstatita (Opx)				---
	Augita (Clx)				---
Hornblenda (Anf)					---
Biotita (Bt)					8%
Moscovita (Mv)					---
Minerales opacos (Met)					14%
Sericita (Alt)					34%
Texturas microscópicas					Antipertítica
					Inequigranular
		Porfirítica			
		Fanerítica			
		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			


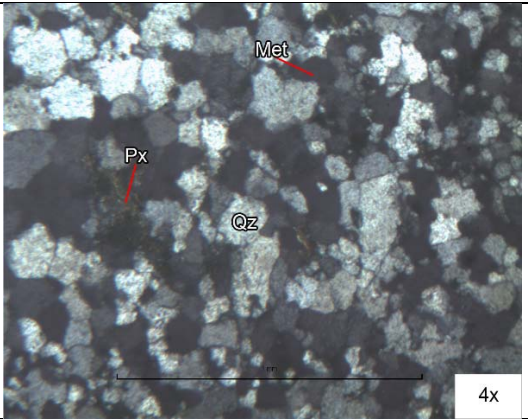
DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		2/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-23	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	253637	1656537		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
Sobre "La Quebradona" a 500 m al norte sobre la quebrada a partir del basurero		La Quebradona en la entrada a La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Visual y Características ópticas de los minerales		Ígnea intrusiva	Tonalita		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas		I, sana	Blanca con minerales oscuros		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Tonalita		Medio 1mm-2mm	Hipocristalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas en el afloramiento		Cuarzo, Feldespato, Anfíbol y Biotita	Fanerítica		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					27%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				4%
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				24%
	Labradoria				17%
	Bitownita	---			
	Anortita	---			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)		---			
Piroxenos (Px)	Enstatita (Opx)	---			
	Augita (Clx)	---			
Hornblenda (Anf)		7%			
Biotita (Bt)		---			
Moscovita (Mv)		---			
Minerales opacos (Met)		2%			
Sericita (Alt)		14%			
Texturas microscópicas	Fanerítica				
	Inequigranular				
	Porfíritica				

		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			

DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		3/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-10	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	251235	1657765		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
Al W sobre vía de acceso que comunica a aldeas Cumbre Alta y La Vegona		Cumbre Alta, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Visual y Características ópticas de los minerales		Ígnea intrusiva	Granodiorita		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas		I, sana	Blanca con minerales oscuros		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Granodiorita		Medio 1mm-2mm	Hipocristalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas en el afloramiento		Cuarzo, Feldespato, Anfíbol y Biotita	Fanerítica		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					25%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				13%
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				17%
	Labradoria	23%			
	Bitownita	---			
	Anortita	---			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)		---			
Piroxenos (Px)	Enstatita (Opx)	---			
	Augita (Clx)	---			
Hornblenda (Anf)		2%			
Biotita (Bt)		6%			
Moscovita (Mv)		---			
Minerales opacos (Met)		1%			
Sericita (Alt)		13%			
Texturas microscópicas	Fanerítica				
	Inequigranular				
	Porfíritica				
	Borde saturado				
		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			


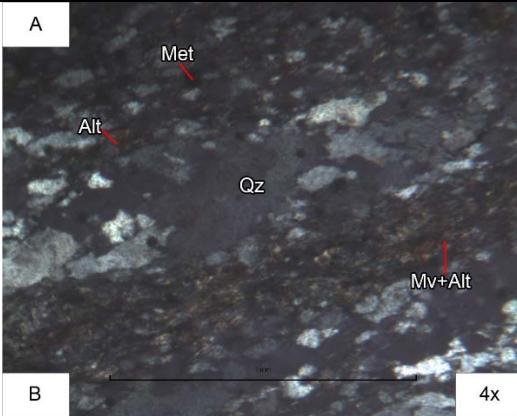
DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		4/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-29	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	253385	1657560		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
En la zona central, sobre un afluente de “La Quebradona”		La Quebradona, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Visual y Características ópticas de los minerales		Ígnea intrusiva	Granito		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas y falla normal		I, sana	Blanca con minerales leucocráticos		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Granito		Grueso > 2mm	Hipocristalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas en el afloramiento y una falla normal correspondiente a S3		Cuarzo, Feldespato, Fk, Anfíbol y Biotita	Fanerítica		
DESCRIPCION MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					41%
Feldespato potásico	Ortoclasa (Ort)				23%
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				7%
	Oligoclasa				9%
	Andesina				---
	Labradoria	---			
	Bitownita	---			
	Anortita	---			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)		---			
Piroxenos (Px)	Enstatita (Opx)	---			
	Augita (Clx)	---			
Hornblenda (Anf)		4%			
Biotita (Bt)		3%			
Moscovita (Mv)		---			
Minerales opacos (Met)		2%			
Sericita (Alt)		11%			
Texturas microscópicas	Fanerítica				
	Equigranular				


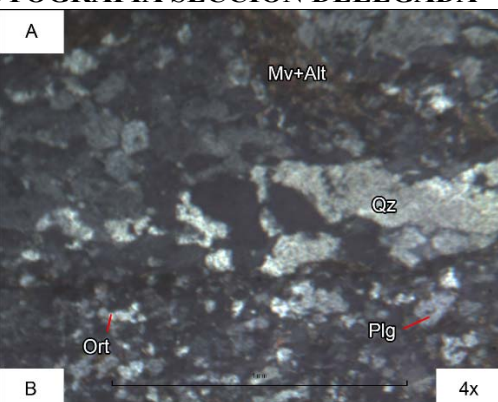
		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			

DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		5/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-02	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	256944	1657227		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
Al E del área de investigación, en vía de acceso de Campanario Oratorio		Campanario Oratorio, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Visual y Características ópticas de los minerales		Metamórfica de contacto	Corneana		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas y contacto de roca caja e intrusivo		II, sana con fracturas teñidas de óxidos	Blanca con alteración de óxidos		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Corneana (Filita silisificada)		Fino < 1mm	Hipocristalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas en el afloramiento y el contacto entre intrusivo y roca caja		Cuarzo	Afanítica		
DESCRIPCION MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					97%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				---
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				---
	Labradoria	---			
	Bitownita	---			
	Anortita	---			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)					
Piroxenos (Px)	Cordierita (Opx)				2%
	Augita (Clx)				
Hornblenda (Anf)					---
Biotita (Bt)					---
Moscovita (Mv)					---
Minerales opacos					1%
Texturas microscópicas	Graoblastica		4x		
	Equigranular				
	Poligonal				
---		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			

DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		6/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-28	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	253475	1657548		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
En la zona central, sobre un afluente de “La Quebradona”		La Quebradona, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Visual y Características ópticas de los minerales		Ígnea intrusiva	Monzodiorita		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas y contacto entre intrusivo-roca caja		I, sana	Blanca con minerales leucocráticos		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Monzodiorita		Medio 1mm-2mm	Halocrystalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas en el afloramiento y el contacto entre intrusivo y roca caja		Feldespato, Biotita, clinopiroxenos	Fanerítica		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					3%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				13%
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				---
	Labradoria	---			
	Bitownita	42%			
Anortita	26%				
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)		---			
Piroxenos (Px)	Enstatita (Opx)	---			
	Augita (Clx)	---			
Hornblenda (Anf)		---			
Biotita (Bt)		4%			
Moscovita (Mv)		---			
Minerales opacos (Met)		2%			
Sericita (Alt)		10%			
Texturas microscópicas	Fanerítica				
	Inequigranular				
	Porfiritica				

---		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			

DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		7/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-15	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	252314	1657273		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
Al norte del Río Guaranjá cerca del tercer puente de hamaca de la aldea La Vegona		Río Guaranjá, La Vegona, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Características ópticas de los minerales		Metamórfica dinámica	Milonita		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas y foliaciones hacia NW		I, sana	Obscura		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Milonita		Fino < 1mm	Hipocristalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas y foliaciones en el afloramiento		Lente de cuarzo	Lepidoblástica		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					50%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				---
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				16%
	Labradoria	---			
	Bitownita	---			
	Anortita	---			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)		---			
Piroxenos (Px)	Cordierita (Opx)	---			
	Augita (Clx)	---			
Hornblenda (Anf)		---			
Biotita (Bt)		8%			
Moscovita (Mv) + Sericita (Alt)		17%			
Matriz		15%			
Texturas microscópicas	Lepidoblastica				
	Granolepidoblastica				
	Inequigranular				
---		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			

DATOS GENERALES					
NUMERO DE MUESTRA		8/8	CÓDIGO DE MUESTRA	FS-24	
FECHA	PROYECTO	ESTE	NORTE		
Noviembre de 2 013	Mapeo geológico	253700	1656387		
HOJA TOPO/GEO	NOMBRE	SERIE	ESCALA		
Topográfica	LA UNIÓN	2360 IV	1:50 000		
UBICACIÓN		LOCALIDAD			
A 500 m al norte de la entrada de la cabecera municipal sobre "La Quebradona"		La Quebradona, La Unión, Zacapa			
CLASIFICACIÓN UTILIZADA		TIPO DE ROCA	NOMBRE		
Características ópticas de los minerales		Metamórfica dinámica	Protomilonita		
DESCRIPCION DE AFLORAMIENTO		DESCRIPCION MACROSCÓPICA			
DISPOSICIÓN		GRADO DE METEORIZACIÓN	COLOR		
Roca sana, con estructuras planares de fracturas y foliaciones hacia NW		I, sana	Clara con minerales melanocráticos		
LITOLOGÍA		TAMAÑO DE GRANO	GRADO DE CRISTALIZACIÓN		
Protomilonita		Medio 1mm-2mm	Hipocristalina		
ESTRUCTURAS		MINERALOGÍA	TEXTURA		
Se midieron fracturas y foliaciones en el afloramiento		Cuarzo, Feldespato y Biotita	Lepidoblástica		
DESCRIPCION MICROSCÓPICA		FOTOGRAFÍA MUESTRA DE MANO			
MINERALES ESCENCIALES					
Cuarzo (Qz)					46%
Feldespato potásico (Fk)	Ortoclasa (Ort)				10%
	Microclina (Mic)				---
Plagioclasa (Plg)	Albita				---
	Oligoclasa				---
	Andesina				10%
	Labradoria				---
	Bitownita	---			
	Anortita	---			
MINERALES ACCESORIOS		FOTOGRAFÍA SECCION DELEGADA			
Olivino (Ol)		---			
Piroxenos (Px)	Cordierita (Opx)	---			
	Augita (Clx)	0.5%			
Minerales Opacos (Met)		1.5%			
Biotita (Bt)		5%			
Moscovita (Mv) + Sericita (Alt)		14%			
Matriz		5%			
Texturas microscópicas	Lepidoblástica				
	Granolepidoblástica				
	Inequigranunal				
	Porfidoblástica				
		Tomadas por Francis E. Salguero Díaz, 2 013			



CUNOR

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala



15086

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos, luego de conocer el dictamen de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

Geología

Al trabajo titulado:

"Petrología en Zacapa: Modelo petrológico del Plutón La Unión, en 24 kilómetros cuadrados a escala 1:25,000"

Presentado por el (la) estudiante:

Francis Emanuel Salguero Díaz

Autoriza el

IMPRIMASE

"Id y enseñad a todos"

Lic. Zoot. *M.A. Fredy Giovanni Macz Choc*
DIRECTOR



Cobán, Alta Verapaz agosto del 2015