

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA TÉCNICO EN GEOLOGÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



TRABAJO FINAL DE CAMPO

**GEOLOGÍA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y
ESTRUCTURAL DE 20 km² A ESCALA 1:25 000 EN LOS
ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE, IPALA.**

ELVIS LEONEL GUILLERMO ESPINA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, JULIO DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA TÉCNICO EN GEOLOGÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**GEOLOGÍA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y
ESTRUCTURAL DE 20 km² A ESCALA 1:25 000 EN LOS
ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE, IPALA.**

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

POR

**ELVIS LEONEL GUILLERMO ESPINA
CARNE 200640087**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO EN GEOLOGÍA**

COBÁN, ALTA VERAPAZ, JULIO DE 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj
REPRESENTANTE DOCENTES: Ing. Geol. Cesar Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián
PEM. Cesar Oswaldo Bol Cu

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR: Ing. Geól. Luis Alfonso Laj Hun
SECRETARIO: Ing. Geól. Sergio David Morán Ical
VOCAL: Ing. Geól. Luis Gustavo Chiquín Marroquín

REVISORA DE REDACCIÓN Y ESTILO

Lic. Marvin Aníbal Cuz Kuckling

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. Osmín Jared Vásquez Hernández

ASESORA

Ing. Geól. Silvia Friné Cortez Bendfeldt

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-111/2017
04 de abril de 2017

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566 600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
c. e.: 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 **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del Nivel Intermedio, del estudiante **ELVIS LEONEL GUILLERMO ESPINA**, carné n°. **200640087**, titulado: **“GEOLOGÍA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DE 20 km² A ESCALA 1:25 000; EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE, IPALA”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geol. Silvia Frine Cortez Bendfeldt
Docente Asesora
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-196/2017
04 de julio de 2017

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566 600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
c. e.: geologiausac@gmail.com

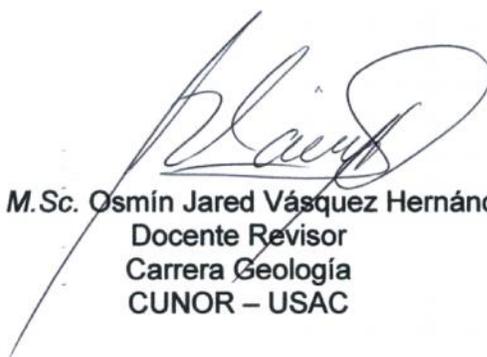
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

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 **ELVIS LEONEL GUILLERMO ESPINA**, carné n°. **200640087**, titulado: **“GEOLOGÍA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DE 20 km² A ESCALA 1:25 000; EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE, IPALA”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. M.Sc. Osmín Jared Vásquez Hernández
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR – USAC



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-217/2017
20 de julio de 2017

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz

PBX: 79 566 600 Ext. 209

Guatemala, C. A.

c. e.: 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: **“GEOLOGÍA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DE 20 km² A ESCALA 1:25 000; EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE, IPALA”**, del estudiante **ELVIS LEONEL GUILLERMO ESPINA**, carné n°. **200640087**, 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


Lic. Marvin Anibal Cuz Kuckling
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 de ustedes el trabajo de graduación titulado: **GEOLOGÍA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DE 20 km² A ESCALA 1:25 000 EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE, IPALA**, como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Geología.



Elvis Leonel Guillermo Espina
Carné: 200640087

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 la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.3.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de Fecha 18 de julio del año 2012.

ACTO QUE DEDICO A

DIOS

A el sean las infinitas gracias, porque sin el nada de esto hubiera sido posible, por la oportunidad de vivir cada día y así poder salir adelante, agradeciéndole por cada logro alcanzado hasta este punto de mi vida.

MIS PADRES

Elvis Guillermo Cuellar y Sandra Espina de Guillermo, por sus sabios consejos, por sus múltiples esfuerzos y sacrificios, pero sobre todo por tener ese amor y no dejarme claudicar, porque ellos son mi fuerza, coraje y motivación para seguir enfrentando los retos de cada día y esto es una muestra del fruto que han cosechado lentamente en mi, los amo con todo mi corazón y que Dios en su infinita misericordia pueda darles largura de años para tenerlos a mi lado y así gozar los logros y triunfos que cosechare para ellos.

MI ABUELITA

María Teresa Estrada García, este es un regalo muy especial para ella, por las palabras de amor y motivación que supo darme en los momentos difíciles, gracias por ese amor que cada vez me demuestra, estoy seguro que este logro la llena de alegría y regocijo, la amo con todo mi corazón.

MIS TÍOS

Rubén Mansilla Estrada y Jorge Armando Mansilla, por estar siempre pendientes brindándome sus consejos y apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera.

MIS HERMANOS

Axel, Kevin, Jordi y Stanley Guillermo, por su apoyo en el proceso de esta etapa de mi vida, que esto sea un ejemplo de superación para ellos, los amo.

AL CUNOR, CARRERA DE GEOLOGÍA Y A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora Ingeniera Silvia Cortez Bendfeldt, por la paciencia, comprensión y conocimientos que me brindo a lo largo de este estudio, así mismo a todas aquellas personas que se tomaron el tiempo para revisar y aprobar este informe.

A mi familia, por la motivación, consejos, apoyo y amor que me brindaron en el proceso de mi estudio técnico.

A mis amigos, por su apoyo y colaboración en el proceso de esta investigación.

A mi padrino, por la motivación y consejos que en su momento me dio, es por ello que hoy está a mi lado celebrando este triunfo personal.

A mis compañeros de promoción, por compartir y vivir momentos de alegría durante el proceso de la carrera técnica.

A la señora Marta Duarte, por la estancia, colaboración y apoyo brindado durante el lapso que duro la practica de campo en la aldea Cacahuatepeque, Ipala, Chiquimula.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes del problema	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Delimitación	4
1.2.2 Justificación	4
1.2.3 Pregunta de investigación	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Hipótesis	5

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1 Localización geográfica	7
2.2 Vías de acceso	9
2.3 Geología regional	9
2.3.1 Litoestratigrafía	9
2.3.2 Tectónica	12
2.3.3 Geomorfología	18
a. Hidrología	18
b. Clima y vegetación	19
c. Suelos	20
d. Relieve	21

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Marco Metodológico	23
3.1.1 Etapa de recopilación bibliográfica	23
3.1.2 Etapa de trabajo de campo	23
3.1.3 Etapa de trabajo de laboratorio	24
3.1.3 Etapa de gabinete	24

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Geología local	25
4.1.1 Litoestratigrafía	25
4.1.2 Unidad de Andesita	25
4.1.3 unidad de Toba	28
a. Subunidad de Toba Cristalina	28
b. Subunidad de Toba Lítica	32
c. Subunidad de Toba Pomácea	34
4.1.4 Unidad de Coluvión	35
4.1.5 unidad de Aluvión	35
4.2 Geología Estructural	36
4.2.1 Lineamientos Estructurales	37
4.2.2 Estructuras Planares Frágiles	38
a. Fallas	38
1) Fallas Normales	38
2) Fallamiento inverso	40
3) Fallamiento dextral	42
4) Fallamiento Sinextral	43
b. Diaclasas	45
4.3 Geomorfología Local	45
4.3.1 Unidades de origen denudacional	48
a. Subunidad de Laderas	48
1) Ladera de pendiente suave (Lps)	48
2) Ladera de pendiente media (Lpm)	48
3) Ladera de pendiente fuerte (Lpf)	48
4) Crestas (Cr)	49

5) Colinas y Lomas (CyL)	49
b. Subunidad de movimientos de ladera	51
1) Flujo de dentritos (Fd)	51
4.3.2 Unidades de Origen Agradacional	52
a. Subunidad de Valle Aluvial (Va)	52
b) Subunidad de Terrazas (Te)	52
4.3.3 Unidad de origen Antropico	53
a. Subunidad de Canteras	53

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis e Interpretación Litológica	57
5.2 Análisis e Interpretación Estructural	59
5.2.1 Modelos Estructurales	63
5.3 Análisis e Interpretación Geomorfológica	66
5.4 Historia Geológica	67

CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXO	75

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Vías de acceso	9
2. Columna estratigráfica regional	11
3. Elipse de deformación para un movimiento sinestral	13
4. Elipse de deformación del Graben de Ipala	14
5. Elipse de deformación para un movimiento dextral	15
6. Mapa índice de rasgos tectónicos regionales	16
7. Principales rasgos tectónicos	17
8. Triangulo clasificación de toba cristalina	30
9. Triangulo clasificación de toba lítica	33
10. Diagrama de fallas Normales	40
11. Diagrama de fallas Inversas	41
12. Diagrama de fallas dextrales	43
13. Diagrama de fallas sinestrales	44
14. Diagrama de Diaclasas	45
15. Columna Litoestratigrafica Local	58
16. Estereogramas de Fallamiento Normal	60
17. Estereograma de Fallamiento Sinestral	61
18. Estereograma de Fallamiento Dextral	62
19. Estereograma de Fallamiento Inverso	63
20. Elipse de deformación Local	66

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1. Unidad de Andesita	26
2. Sección delgada de andesita en aumento 10x	27
3. Unidad de Toba Cristalina	29
4. Análisis petrográfico de Toba Cristalina	31
5. Unidad de Toba Lítica	32
6. Unidad de Toba Pomácea	34
7. Unidad de Coluvión	35
8. Unidad de Aluvión	36
9. Ladera de pendiente fuerte (Lpf)	49
10. Colina	50
11. Loma	50
12. Flujo de Detritos en ladera de pendiente media (Lpm)	51
13. Terrazas (Te)	53
14. Subunidad de Canteras	54

ÍNDICE DE TABLAS

1. Coordenadas UTM	7
2. Grado de meteorización de Rocas	26
3. Fallas Normales	39
4. Fallas Inversas	41
5. Fallas Dextrales	42
6. Fallas Sinestrales	44
7. Valores del Grado de pendiente y su Clasificación	47
8. Relación de unidades y subunidades Geomorfológicas	47
9. Flujo de Detritos	52
10. Geometría de esfuerzos en estructuras de dominio frágil	64

ÍNDICE DE MAPAS

1. Ubicación del área de trabajo	8
2. Red de drenaje principal del área	18
3. Mapa Fisiográfico	21
4. Lineamientos Estructurales	37
5. Pendientes	46
6. Mapa Geomorfológico	55

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

°C	Grados Centígrados
Al	Aluvión
And	Andesita
Bio	Biotita
Cm	Centímetros
Co	Coluvión
E	Este
Flds	Feldespato
Km	Kilometro
Km ²	Kilometro Cuadrado
m	Metros
MED	Modelo de elevación digital
Min Op	Minerales Opacos
Msc	Moscovita
Msnm	Metros sobre el nivel del Mar
N	Norte
N-E	Noreste
N-W	Noroeste
Qz	Cuarzo
S	Sur
S-E	Sureste
S-W	Suroeste
Tob	Toba
UTM	Universal Transversal de Mercator
W	Oeste
OI	Olivino
1	Sigma 1
3	Sigma 3

RESUMEN

La investigación realizada consiste en un mapeo geológico superficial en un área de 20 km² en el municipio de Ipala, departamento de Chiquimula, que provee información relevante de tipo estructural, litológico y geomorfológico que permite conocer el tipo de roca existente en la zona, tipos de fallas y geoformas imperantes.

De acuerdo al estudio y según la cartografía realizada en el área ya descrita, se establecen las siguientes unidades: Unidad de Andesita como basamento local, la cual es cubierta por depósitos Vulcano-sedimentarios terciarios los que se asocian al Grupo Padre Miguel; también se identifica la Unidad de Aluvión y la Unidad de Coluvión.

Con base en los datos obtenidos en el campo, se determinaron deformaciones locales en la región que sugieren que los esfuerzos principales se desarrollan sobre las estructuras de dominio frágil, por lo que puede determinarse que estas son producto de la relación existente con el graben de Ipala y con el sistema dextral de la falla Jalpatagua.

Existe una relación entre la geomorfología y la geología de la zona, ello puede observarse de acuerdo a los patrones muy marcados característicos de un ambiente extensional, mismo que se asocia a la apertura generada por el graben de Ipala.

INTRODUCCIÓN

El trabajo el cual consiste en un mapeo geológico superficial en un área de 20 km², Se ha desarrollado en cuatro etapas establecidas previamente: etapa de recopilación y análisis bibliográfico, trabajo de campo, de laboratorio y la etapa de gabinete. Cada una de las mismas brinda información relevante para completar la investigación propuesta.

Con los resultados obtenidos se logra la realización y descripción de un mapa geológico a escala 1:25 000 que evidencia las distribuciones superficiales de las unidades litológicas y los rasgos estructurales presentes en el área ya citada; de igual manera se pudo elaborar un perfil geológico en donde se identifica la distribución interna y la relación topográfica de las unidades geológicas estudiadas.

En función de los resultados de datos y análisis macro y microscópicos de las muestras recolectadas en el campo, se hace un análisis estructural y geomorfológico que determinan la ubicación de los principales esfuerzos y se delimitan las unidades geomorfológicas de origen agradacional y denudacional.

El análisis de los datos tomados en el campo se hizo por medio de estereogramas, diagramas de rosas y mapas que permiten un mejor conocimiento del área de estudio para su correspondiente interpretación.

CAPÍTULO 1

MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes del Problema

A nivel regional hay pocos antecedentes sobre la geología de la zona, entre ellos se encuentra la recopilación realizada por el Instituto Geográfico Nacional -IGN- (1969), donde se incluye la hoja geológica Chiquimula a escala 1:250 000.

Además, Cameron (2002); Williams (1964); Carr (2003), Walker (2000), han realizado investigaciones vinculadas al vulcanismo detrás del frente volcánico de manera muy regional.

1.2. Planteamiento del Problema

Dentro de la información que concierne al área de investigación únicamente se dispone de la hoja cartográfica Ipala a escala 1:50 000 y la hoja geológica Chiquimula a escala 1:250 000, misma que no presenta datos geológicos a detalle por lo que se plantea realizar un estudio cartográfico a escala 1:25 000 en donde puedan conocerse los rasgos estructurales y geomorfológicos de la zona.

1.2.1. Delimitación

a) Espacial

La investigación se realizó en un área de 20 kilómetros cuadrados a escala 1:25 000, en los alrededores de la aldea Cacahuatepeque, Ipala, Chiquimula.

b) Temporal

El límite temporal para la ejecución de la investigación fue de un año, donde se contemplaron 4 etapas: recolección bibliográfica, etapa de campo, análisis de laboratorio y etapa de gabinete.

1.2.2. Justificación

El área de investigación no cuenta con estudios geológico realizados a detalle, factor limita el conocimiento geológico que permita identificar estructuras, la geomorfología y litología, con lo cual puede conocerse la geología del área.

1.2.3. Pregunta de Investigación

¿Qué unidades litológicas conforman el área de 20 Km² y que características estructurales y litológicas presentan las unidades de roca ubicadas al SE de Ipala?

1.3. Objetivos

1.3.1. General

- Contribuir con la cartografía geológica en un área de 20 km² a escala 1:25 000 ubicados al sureste del municipio de Ipala, en la aldea Cacahuatepeque, Chiquimula.

1.3.2. Específicos

- Analizar a través de estudios petrográficos las rocas recolectadas dentro de la zona de investigación.
- Identificar los principales rasgos estructurales que se desarrollan en el área de trabajo.
- Establecer si existe relación entre la geología estructural y la geomorfología de la zona extensional localizada en Ipala, Chiquimula.

1.4. Hipótesis

El área de estudio es afectada por movimientos que generan las estructuras geológicas extensionales dominantes en la región, generando gran importancia estructural local ya que estas estructuras pueden influenciar en la geomorfología y en la distribución de unidades litológicas.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1. Localización Geográfica

El área de investigación se encuentra localizada dentro de la hoja topográfica Ipala a escala 1:50 000 generada por el Instituto Geográfico Nacional -IGN-. Dicha zona se encuentra al sureste del municipio de Ipala, en el departamento de Chiquimula, en los alrededores de la aldea Cacahuatepeque (mapa 1), cuenta con una extensión de 20 km² limitada por las siguientes coordenadas UTM (Tabla 1).

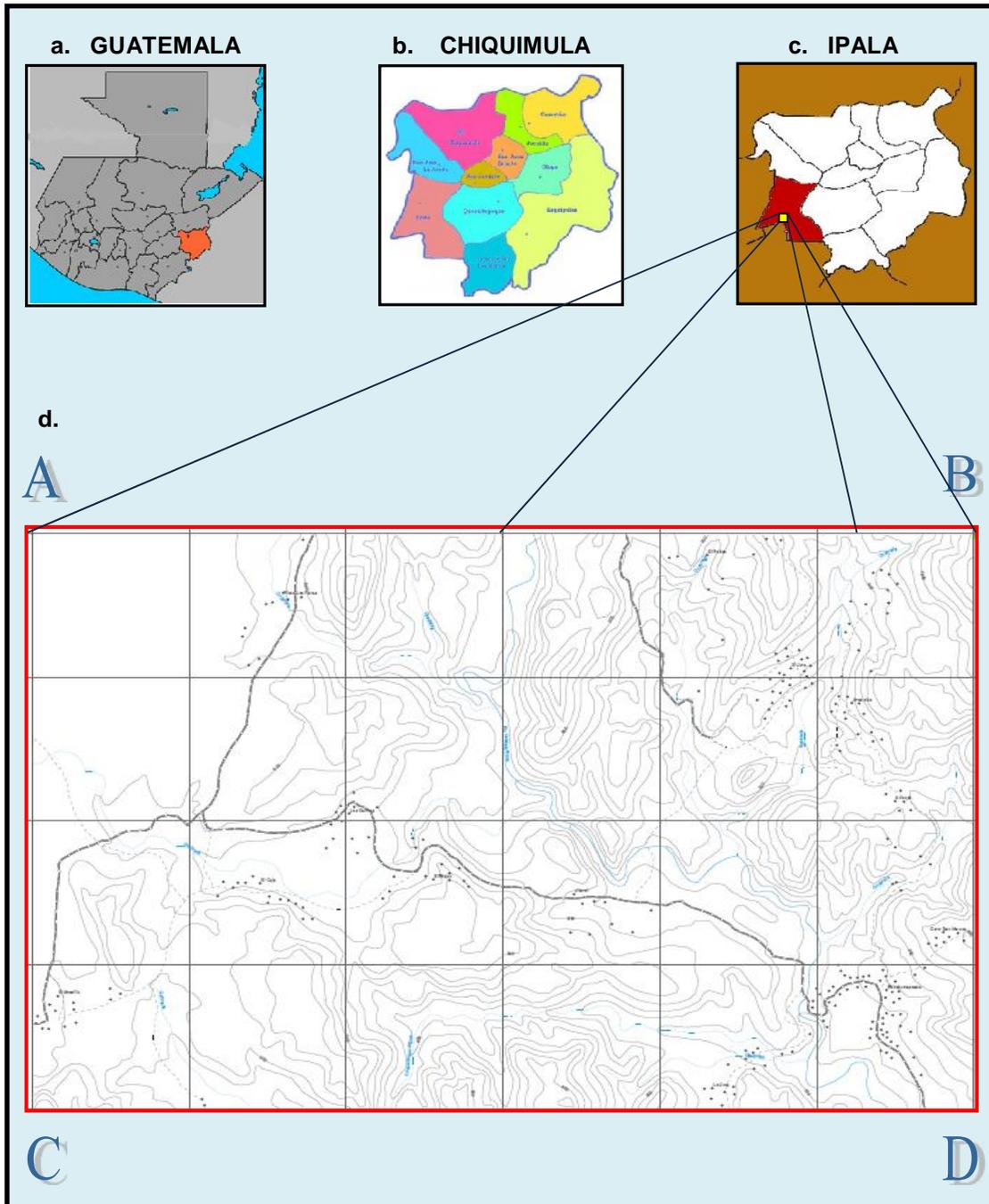
TABLA 1
VÉRTICES DEL ÁREA DE ESTUDIO, COORDENADAS UTM
NAD27 ZONA 16

Vértice	Y	X
A	1611000	220000
B	1611000	226000
C	1607000	226000
D	1607000	220000

Fuente: IGN, hoja topográfica Chiquimula, escala 1:50 000.

MAPA 1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

- a) Mapa de Guatemala b) Mapa del departamento de Chiquimula c) Mapa del departamento de Chiquimula, mostrando el municipio de Ipala d) Mapa del área de estudio.

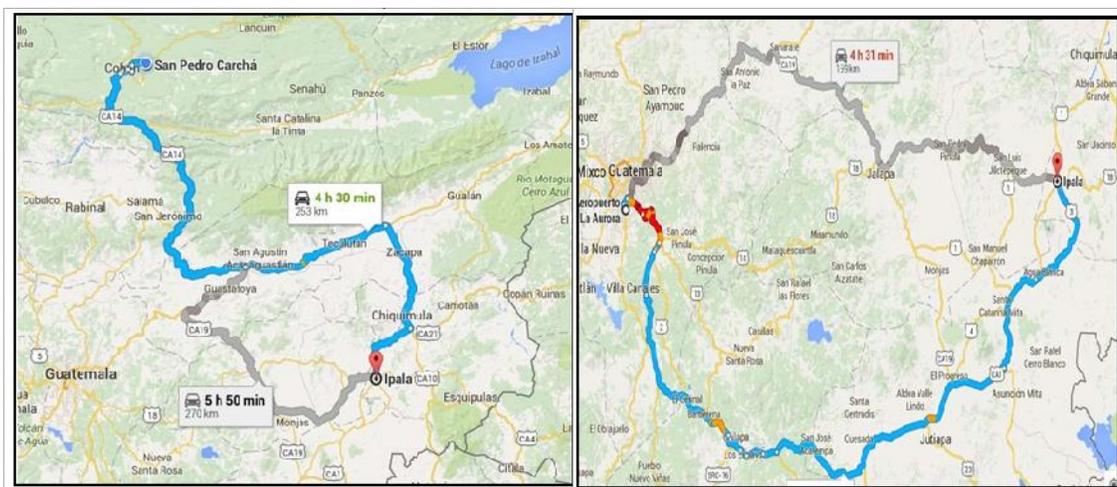


Fuente: IGN, hoja topográfica Chiquimula, escala 1:50 000.

2.2. Vías de acceso

El departamento de Chiquimula se ubica a 104 Km de la ciudad capital, para ello es necesario transitar por la ruta CA-19 y RN-18, luego por un lapso de dos horas hasta pasar por el municipio de Ipala, para llegar al área de estudio. Partiendo de la ciudad de Cobán, departamento de Alta Verapaz, debe tomarse la carretera CA-14; CA 9 norte, hasta llegar al cruce del departamento de Zacapa y luego proseguir hasta el área de investigación (Figura 1).

FIGURA 1
ACCESO AL ÁREA DESDE COBÁN Y CIUDAD CAPITAL



Fuente: Earth Viewer, disponible en <http://maps.google.com.gt> (19 de mayo de 2016).

2.3. Geología regional

2.3.1. Litoestratigrafía

a) Estratigrafía del Mesozoico

Grupo Yojoa (Cretácico inferior)

Mills et. Al. (1967), definieron el Grupo Yojoa como cuatro formaciones que afloran cerca del lago de Yojoa al oeste de Honduras, se presentan calizas masivas de la formación Átima de color gris oscuro y fosilíferas con intercalaciones de lutitas negras, calizas de estratificación delgada con olores fétidos, ferruginosas y fosilíferas.¹

Formación Subinal (Cretácico superior – terciario oceno)

Hirschmann (1963), estableció que es el cuerpo rocoso más extenso del terciario, el cual ocurre en el Valle Motagua. Sus extensas exposiciones a lo largo de la carretera son especialmente conspicuas en el este de Guatemala. Los autores la han dividido en dos unidades, superior e inferior; en donde la superior es la que está más expuesta y se tiene mayor conocimiento.

Al sur del valle Motagua, sobre el Bloque Chortis, la formación Subinal ha sido estudiada por Burkart (1965) en donde tiene un mayor contenido de debris volcánico y localmente tiene flujos andesíticos intercalados. La formación Subinal es una secuencia de capas rojas, limonita, areniscas y conglomerados.²

¹ Mauricio Chiquin Yoj, (Comp.). *Margen Neogeno entre las placas Norte America-Caribe a travez de Centro America Norte, desplazamiento a lo largo de la falla Polochic*. Coban A.V. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte, Carrera de Geología. Guatemala: 2 002. p 31.

² *Ibíd.*, p(18).

b) Estratigrafía de Cenozoico

Grupo Padre Miguel (Mioceno)

Burkart, et. Al. (1973), describieron por primera vez la unidad en la aldea Padre Miguel, localizada en el cuadrángulo de Esquipulas. Su afloramiento y extensión representa parte de la cubierta extensa de efusivos terciarios que se extienden desde México a través de Guatemala hasta Costa Rica, abarcando un área de al menos 10,000 km² y un volumen erupcionado que se encuentra en el orden de los miles de km³.

La litología consiste en una secuencia gruesa de rocas volcánicas, principalmente ignimbritas, depósitos laharicos, cenizas aéreas, conglomerados, rocas sedimentarias tobáceas y flujo de basaltos superiores. En la localidad tipo pueden diferenciarse dos unidades de toba una inferior de estratificación masiva y otra superior de estratificación fina. La (Figura 2) muestra la secuencia de las unidades litológica a nivel regional con base al orden cronológico, resaltan las unidades Padre Miguel, Subinal y Grupo Yojoa, las cuales han sido descritas anteriormente.

FIGURA 2
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL

SISTEMAS/SERIES			GUATEMALA SE
CENOZOICO	CUATERNARIO		Basalto
	TERCIARIO	Plioceno	Guastatoya San Jacinto
		Mioceno	Padre Miguel
		Oligoceno	Morazán
		Eoceno	Subinal
		Paleoceno	
MESOZOICO	CRETÁCICO	Superior	Grupo Yojoa
		Inferior	
	JURÁSICO		
	TRIÁSICO		

Fuente: T. W. Donnelly, G.S. Horne, Et. Al. Estratigrafía regional.

2.3.2. Tectónica

a) Falla Cuilco-Chixoy-Polochic y Motagua-Chamelecón

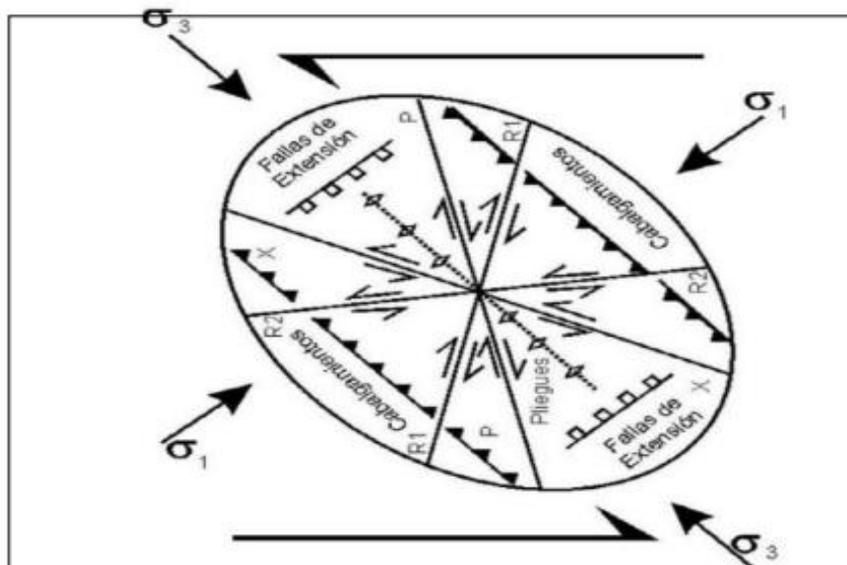
El Bloque Maya se extiende desde el sur de México en Yucatán, abarca la parte norte de Guatemala hasta llegar a la traza de Falla Motagua. Chiquimula forma parte del Bloque Chortis que está situado en la parte norte de América Central (Placa de Caribe) subyaciendo la zona activa de subducción llamado Fosa Mesoamericana, donde la placa de Cocos se hunde por debajo de la Placa de Caribe.

A través de este segmento, aflora una gama de litologías con diferencias marcadas en sus complejos basales con edades que van desde el Mesoproterozoico al Cretácico y cuya morfología se caracteriza por cambios abruptos en los niveles topográficos de la región.

Esto se debe a que este segmento está delimitado por un sistema de fallas con orientación E-W donde se encuentran de sur a norte el sistema de fallas Jocotán-Chamelecón, San Agustín-Motagua-Cabañas y Cuilco-Chixoy-Polochic, los cuales para fines prácticos han sido denominados: Sistema Jocotán, Motagua y Polochic, respectivamente (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 2007). Actualmente, la Falla Motagua es considerada como el límite entre las placas de Norteamérica y del Caribe (Burkart, 1983).

Guatemala se localiza al noroeste de la Placa Caribe, constituyendo el límite con la Placa Norteamericana, el cual está definido por el sistema de Fallas de Polochic -Motagua. Este sistema corresponde a una zona activa de desplazamiento sinistral orientado Este-Oeste (figura 3), caracterizado por grandes fallas principales: las fallas de Polochic, Motagua y Jocotán Chamelecón.³

FIGURA 3 ELIPSE DE DEFORMACIÓN PARA UN MOVIMIENTO SINISTRAL



Fuente: Juan Ricardo Tiú Castro. TFC Levantamiento Geológico, 2006.

³ Sergio Moran Ical, Mapeo geológico de superficie del Cuadrángulo Granados, Escala 1:50,000. Guatemala: DIGI, Usac/Cunor., 2 001. http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/INFORMES/PUIRNA/INF-2000-009.pdf (7 de marzo del 2 013), p 6.

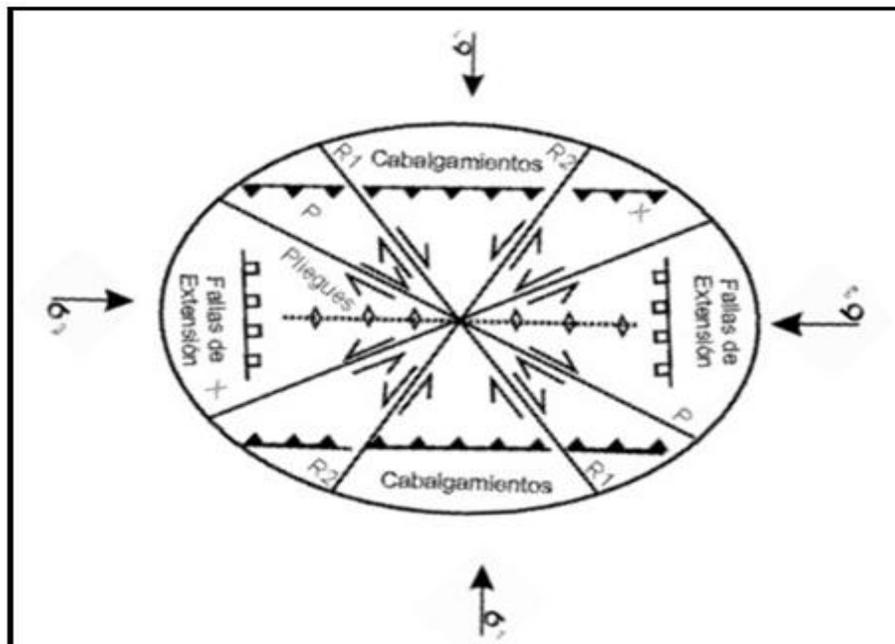
b) Graben de Ipala

Los sistemas de graben y fallas NS, se refieren a sistemas de fallas normales. Estas fallas NS se consideran estructuras de tensión provenientes de movimientos horizontales. El graben de Ipala está situado al sureste de Guatemala y al noroeste del Salvador. Un estudio pionero fue realizado por William, *et. Al.* (1964) destacaron la alineación norte-sur de formas volcánicas.

William (1964) y Wiesemann (1975) relacionan el vulcanismo joven con la estructura N-S del graben de Ipala en Guatemala. Stoiber (1973) y (1973), Carr (1976), describen detalladamente los sistemas de fallas en el oriente de Guatemala con énfasis en el graben de Ipala y la falla sinistral Jocotán que limita al graben en el norte y la zona de cizalla Jalpatagua con movimiento dextral que se extiende hacia el territorio de El Salvador como Fosa Mediana. También Burkart y Self (1985) mencionan el graben de extensión Ipala con dominantes fallas de rumbo (figura 4), asociadas a la actividad volcánica.⁴

⁴ Comisión Trinacional del Plan Trifinio –CTPC-. *Desarrollo sostenible de los recursos ambientales e hídricos en la cuenca alta del río Iempa*. Honduras: -CTPC-2 002.

FIGURA 4
ELIPSE DE DEFORMACIÓN DEL GRABEN DE IPALA



Fuente: Adán Antonio García Oxóm. TFC Geología en Jalapa, 2014.

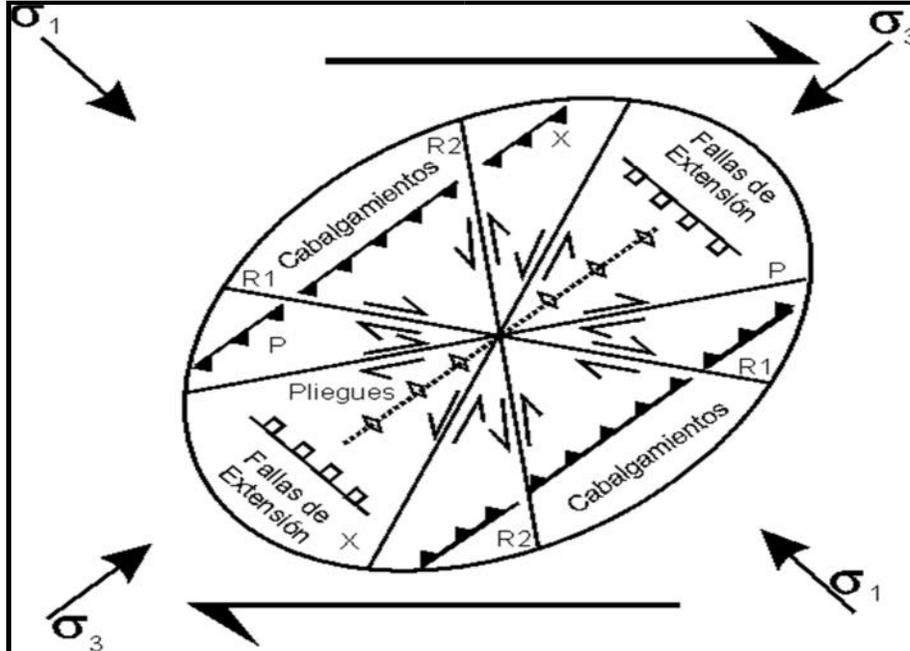
c) Falla Jalpatagua

Esta falla se encuentra localizada al sur de la del Motagua, con una orientación este-oeste. Perteneciente a la edad del Mioceno-Plioceno.⁵

Es una zona de cizalla con movimiento dextral (figura 5) que se extiende hacia el territorio de El Salvador como Fosa Mediterránea.

⁵ http://www.geologia.ucr.ac.cr/revista/to_pdf/revista/41/06_41_perez.pdf.

FIGURA 5
ELIPSE DE DEFORMACIÓN PARA UN MOVIMIENTO
DEXTRAL



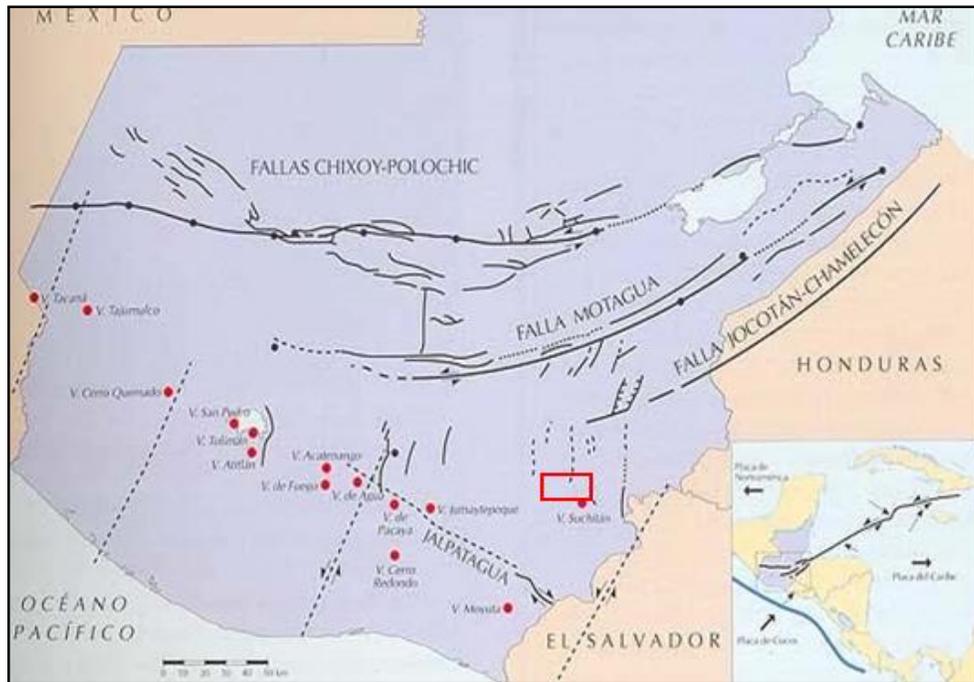
Fuente: Modificado de Juan Ricardo Tiú Castro, TFC Levantamiento Geológico, 2006.

d) Mapa tectónico regional

Guatemala está dividida en dos grandes bloques tectónicos principales (figura 6): el bloque Maya (placa de Norteamérica) al norte del país y el bloque Chortis (placa del Caribe). Este límite dio origen a tres sistemas de fallas: Motagua, Chixoy-Polochic y Jocotan-Chamelecón.

El área bajo estudio se ve influenciada por varios factores tectónicos entre los cuales se pueden mencionar los sistemas de falla Motagua, Jocotán-Chamelecón, Jalapatagua y la zona de subducción.

FIGURA 7 PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS EN GUATEMALA



Fuente: Modificada de Adán Antonio García Oxóm, TFC Geología en Jalapa, año 2014.

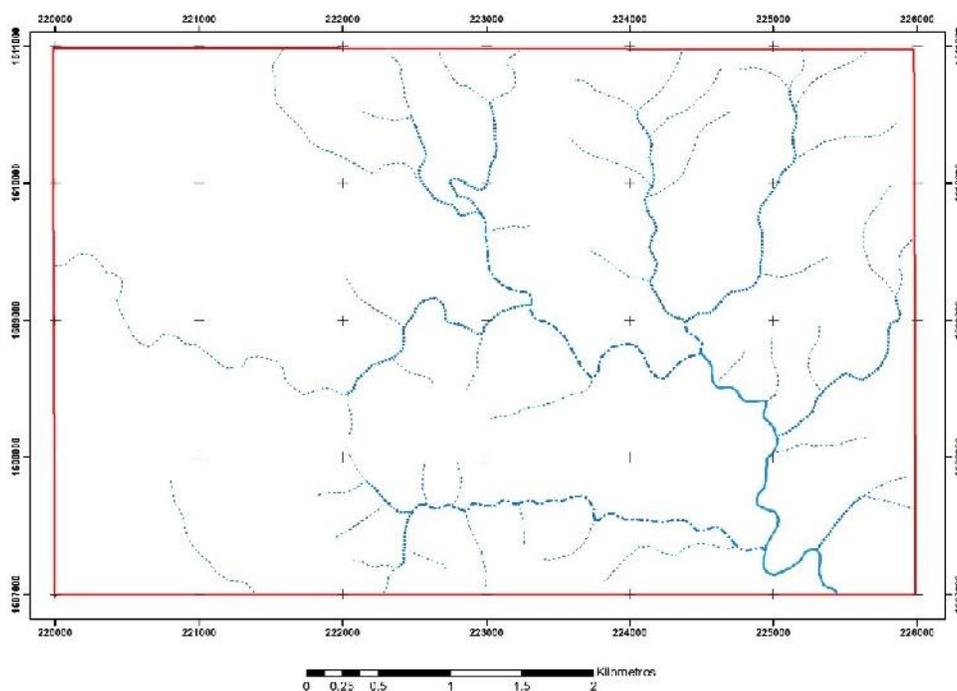
2.3.3. Geomorfología

a) Hidrología

A nivel hidrográfico el área de Ipala se encuentra ubicado dentro de la subcuenca del río San José, el cual forma parte de la cuenca del Río Grande de Zacapa, perteneciente a la cuenca mayor del Motagua. A nivel local, el sistema de drenaje está formado por una serie de quebradas y ríos entre los que sobresalen: al norte el río Cacahuatepeque el cual cruza de norte a sur el área de investigación, al sur quebrada San Antonio, (Mapa 2). Presenta un tipo de drenaje dendrítico, en forma de árbol, con un modelo ramificado que comprende ríos que se unen

al azar y tributarios que se unen a los ríos más grandes irregulares.

MAPA 2 RED DE DRENAJE PRINCIPAL DEL ÁREA



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

b) Clima y vegetación

Con base a información bibliográfica, en Chiquimula se determinan los siguientes datos de su clima y vegetación. En Ipala la temperatura, precipitación pluvial y humedad son un conjunto de factores que influyen en el clima, estos a su vez facilitan el desarrollo de especies animales y vegetales, lo que caracteriza un suelo y agrupaciones particulares de fauna y vegetación que se han desarrollado. El mayor porcentaje de Zona de Vida en el municipio es de Bosque Húmedo Sub-

Tropical (Templado). Ipala tiene un clima muy variable, cálido, templado, seco, su temperatura promedio es de 27 grados centígrados, bajando hasta 10 grados centígrados ocasionalmente.

Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero. La época de lluvia es de mayo a octubre, habiendo semanas de chubascos en noviembre, diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales.

c) Suelos

El área de estudio se encuentra conformada por dos tipos de suelos los cuales son:

1. Suelos de material volcánico

Estos cubren tres cuartas partes de los suelos del departamento, suelos que se formaron en el periodo en que toda Centro América fue cubierta por lahar o toba. En medio de las fuertes pendientes se encuentran los valles, los cuales no son utilizados por los afloramientos de rocas en ellos.

2. Suelos desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos

Estos suelos suelen ocupar pendientes escarpadas, son de poca profundidad, por lo que no son adaptables para cultivos limpios ya que se generaría una erosión muy fuerte en el terreno. Por otro lado, son buenos para pastos, bosques o realizar siembra de algún cultivo permanente.

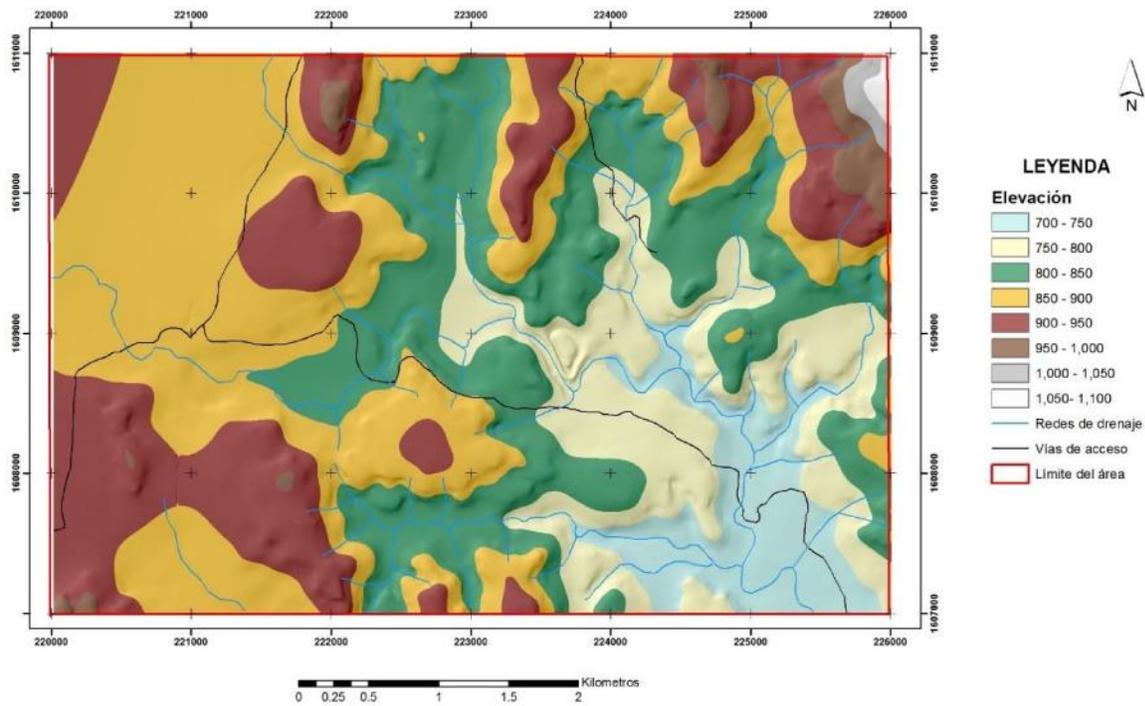
d) Relieve

Guatemala se encuentra dividida por once regiones fisiográficas cada una de ellas cuenta con propiedades litológicas muy predominantes, en cuanto a la aldea Cacahuatpeque, Ipala, Chiquimula se reconoce que se localiza sobre Tierras Altas Volcánicas.

El Mapa 3 muestra las regiones fisiográficas de Guatemala, donde se enmarcan las Tierras Altas Volcánicas en la cual se encuentra la unidad de práctica. Esta zona se extiende desde el occidente del país hasta el oriente del mismo, incluyendo los departamentos de Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Guatemala, El Progreso, Guatemala, Suchitepéquez, Sacatepéquez, Quetzaltenango, Sololá y San Marcos.

Orográficamente comprende algunos accidentes geográficos importantes a nivel nacional como el Valle de Ipala, Valle de Guatemala, Antigua Cadena Volcánica.

MAPA 3 MAPA FISIOGRAFICO



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

A nivel local en el área, se desarrollan diversos relieves, los que son controlados por el tectonismo imperante en la zona. El modelo de elevación digital –MED- (Mapa 3) evidencia un comportamiento de irregularidad del terreno donde resalta la llanura del valle aluvial del río Cacahuatepeque.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Marco Metodológico

3.1.1 Etapa de recopilación bibliográfica

Se recopiló información la cual toma como referencia investigaciones previas hechas en cercanías del área. También fueron de ayuda mapas topográficos, geológicos y fotos, así como una visita a la municipalidad de Ipala para dar información sobre el proyecto de investigación geológica y realizar el reconocimiento del área.

3.1.2 Etapa de trabajo de campo

Se llevó a cabo en un periodo de 45 días, entre los meses de julio y agosto. Desarrollándose a través de visitas al área, utilizando un mapa base topográfico y GPS los cuales se utilizaron para el método de mapeo geológico de afloramiento. Se llevó a cabo el reconocimiento y el análisis de las unidades litológicas, recolección de muestras y descripciones macroscópicas, se tomaron datos estructurales en afloramientos con el método *DipDir*. Se estudió la geomorfología del área, a través de la ubicación de estructuras y rasgos geomorfológicos que afectan el área para luego delimitar las unidades geomorfológicas en un mapa.

3.1.3 Etapa de trabajo de laboratorio

Esta fase consistió en el análisis petrográfico de las unidades litológicas que se delimitaron en el área de estudio. Durante este lapso se realizaron y analizaron las secciones delgadas que permitieron visualizar la mineralogía, textura y fábrica de la roca, así como su deformación a nivel de microscopio.

3.1.4 Etapa de Gabinete

En esta fase final se procedió a realizar contrastes entre los resultados obtenidos en las etapas anteriores (bibliografía, campo y laboratorio); en donde se analizaron e interpretaron los aspectos litológicos, geología estructural y geomorfología, de esta manera elaborar y presentar el informe final de investigación.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Geología Local

El área se encuentra dominada por flujos andesíticos y depósitos volcánicos, los cuales se encuentran cubiertos en algunas secciones por depósitos de coluvión y aluvión.

4.1.1. Litoestratigrafía

Estratigráficamente la zona está influenciada por un basamento superficial de andesitas, mismas que se encuentran cubiertas por unidades terciarias (tobas cristalinas, tobas pomáceas y tobas líticas) asociadas al Grupo Padre Miguel. Además existen algunos sectores dominados por unidades cuaternarias de coluvión en laderas de media pendiente y la zona de aluvión que domina la región donde se desarrolla el río Cacahuatepeque

4.1.2. Unidad de Andesita

La Unidad de Andesita se localiza al este de la finca Los Cerritos. Esta unidad cubre el 30% del área, la mejor exposición de esta unidad está localizada en la parte suroeste y noreste central. En muestra de mano la roca presenta una coloración grisácea variando su tonalidad de claro a oscuro, presentando un grado 2 de meteorización (tabla 2) y abundantes lentes de feldespatos, los que presentan un tamaño uniforme y una pseudofoliación (Fotografía 1).

Además esta unidad se encuentra asociada estratigráficamente a contactos abruptos (quebradas) con la unidad de tobas y contacto discordante con el aluvi3n.

TABLA 2
GRADO DE METEORIZACI3N DE ROCAS

Grado	Denominaci3n	Criterio de reconocimiento
I	Roca sana o fresca	La roca no presenta signos visibles de meteorizaci3n, pueden existir ligeras p3rdidas de color o peque1as manchas de 3xidos en los planos de discontinuidad
II	Roca ligeramente meteorizada	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloraci3n. La roca puede estar decolorada en la pared de las juntas pero no es notorio que la pared sea m1s d3bil que la roca sana
III	Roca moderadamente meteorizada	La roca est1 decolorada en la pared. La meteorizaci3n empieza a penetrar hacia el interior de la roca desde las discontinuidades. El material es notablemente m1s d3bil en la pared que en la roca sana. Material d3bil <50% del total
IV	Roca meteorizada o muy meteorizada	M1s de la mitad del material est1 descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua
V	Roca completamente meteorizada	Todo el material est1 descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta
VI	Suelo residual	La roca est1 totalmente descompuesta en un suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original. El material permanece "in situ" y existe un cambio de volumen importante

Fuente: Tomada de ISRM, Sociedad Internacional de Mec1nica de Rocas.

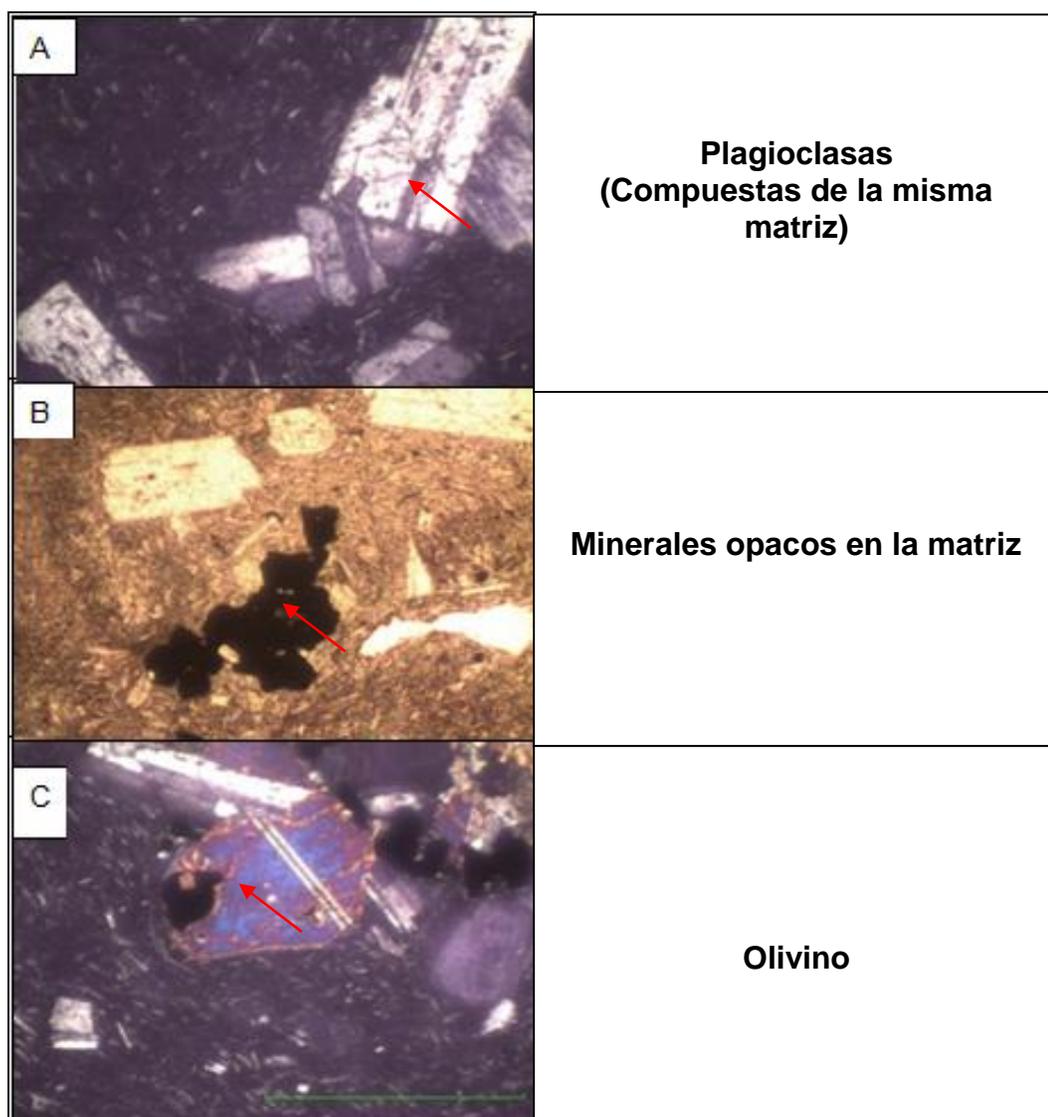
FOTOGRAFIA 1
ANDESITA (UTM 220735 E / 1607518 N)



Fuente: Investigaci3n de campo, a1o 2013.

El análisis petrográfico evidenció un contenido del 58% de matriz rica en plagioclasas, 15% de anfíboles, 8% de micas, 12% minerales opacos, 2% olivino y 3% vidrio (Fotografía 2). Las plagioclasas contenidas en la roca se clasificaron como labradotitas y andesinas, según diagrama de relación entre la composición química y el ángulo de extinción de las plagioclasas.

FOTOGRAFÍA 2 SECCIÓN DELGADA DE ANDESITA EN AUMENTO 10X



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

Las fotografías anteriores (2a, 2b y 2c) muestran los minerales contenidos en la roca de andesita, estos presentan una textura porfírica bien marcada establecida por plagioclasas (2a), minerales opacos (2b) y olivinos (2c) contenidos por una mesostaza de plagioclasas no desarrolladas, evidenciando un enfriamiento levemente rápido.

4.1.3. Unidad de Toba

Está es la más abundante en el área, y posee características que permiten dividirlas en tres subunidades según el diagrama ternario para la clasificación de tobas: toba cristalina, lítica y pomácea.

a) Toba cristalina

Esta subunidad se ubica en la parte norte con un crecimiento espacial hacia el este, siendo esta la de mayor predominancia en esta zona, la cual puede observarse de una mejor forma en la parte este, en las cercanías de la Aldea El Rodeo.

El afloramiento exhibe muchas fracturas y algunas fallas de menor longitud y densidad, con un grado de meteorización que varía entre II y III, lo que permite un cuerpo bastante sano y estable debido a que existe poca precipitación y humedad en la zona.

Estratigráficamente la toba se encuentra por encima de la unidad de andesita, y el contacto que presenta con esta es abrupto, y un contacto discordante con la unidad de aluvión. (Fotografía 3).

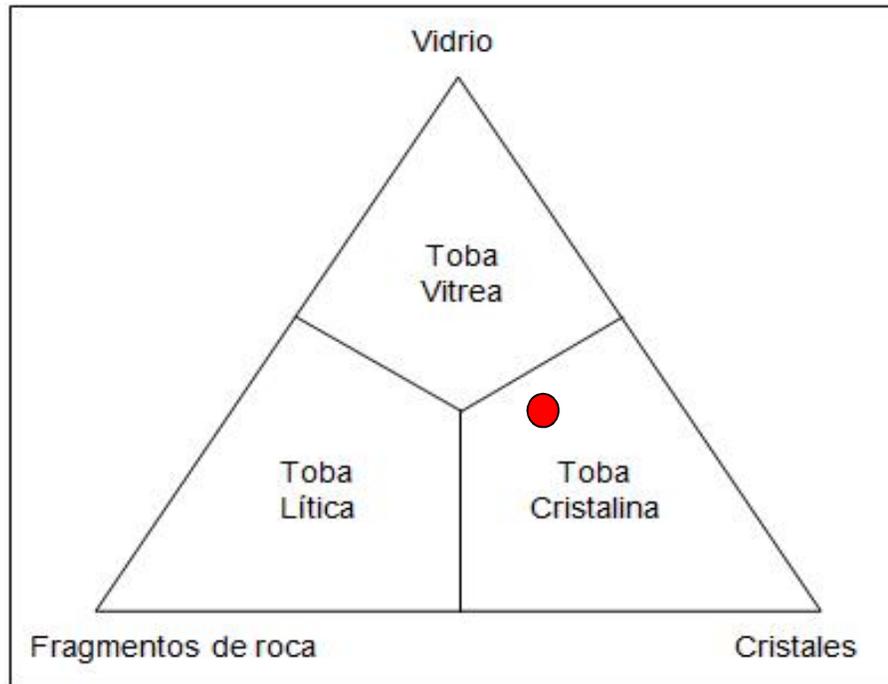
FOTOGRAFÍA 3
TOBA CRISTALINA (UTM 224223 E / 1610836 N)



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

En muestra de mano se pueden apreciar lentes de vidrio y algunas alteraciones por oxidación de minerales metálicos con una tonalidad rojo pálido, y por la cantidad de cristales en relación al vidrio y a los fragmentos líticos, se puede clasificar como una toba cristalina (Figura 8).

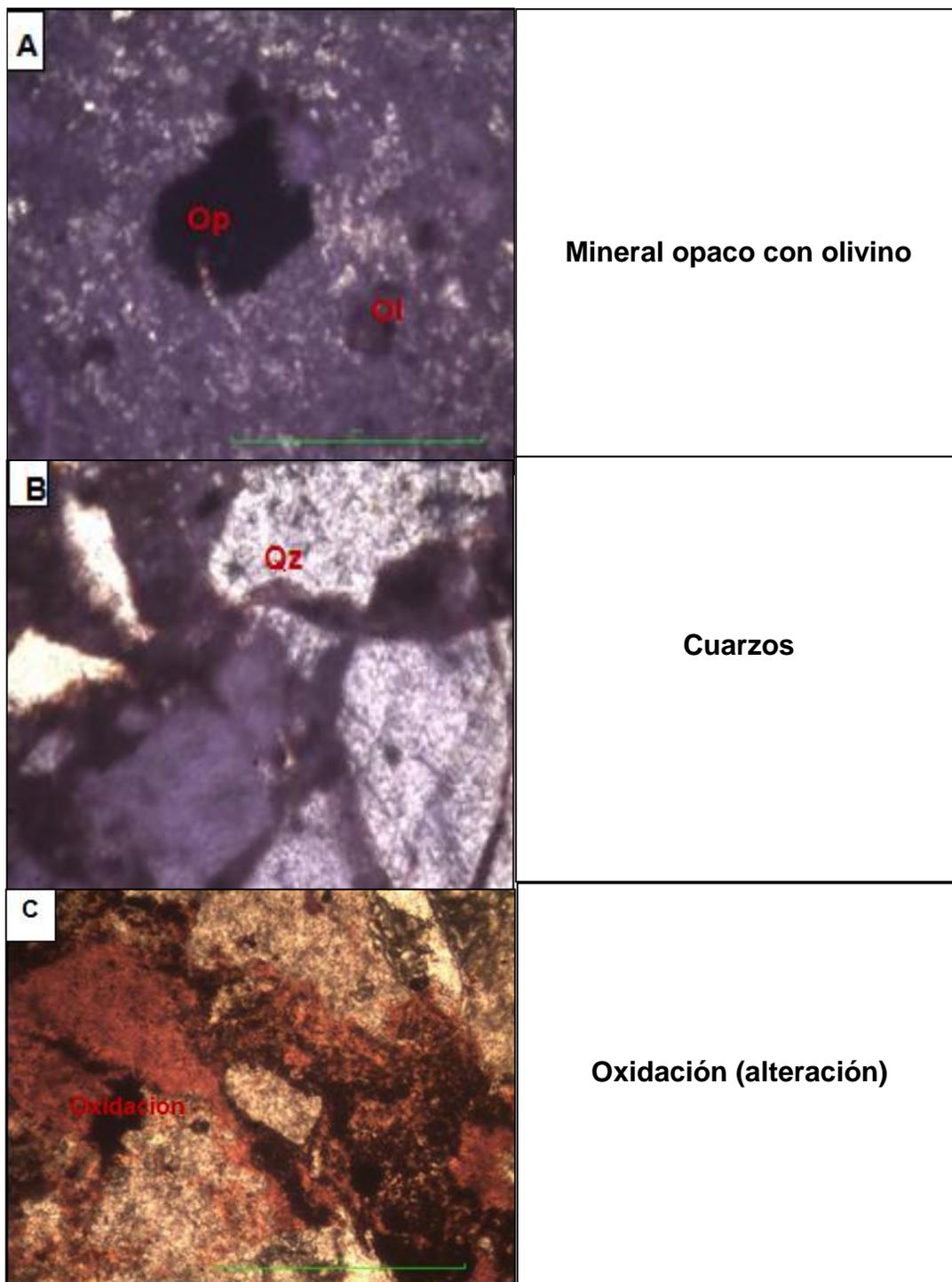
FIGURA 8
CLASIFICACIÓN DE TOBA CRISTALINA



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

El análisis petrográfico muestra un contenido del 10% de minerales opacos, 1% olivinos, 15% cuarzos, 40% oxidación (alteración), y 34% cristales.

FOTOGRAFÍA 4 ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE TOBA CRISTALINA



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

b) Toba lítica

Esta subunidad se caracteriza por un mayor contenido de fragmentos líticos que son residuos de otras rocas que poseen un tamaño milimétrico en este caso. Este cuerpo de roca se encuentra aflorando en la parte sur este del área de trabajo. En el afloramiento se observan algunas fracturas muy pequeñas, una coloración blanquecina intercalada en algunas secciones con tonos oscuros y un grado de meteorización II (Fotografía 5).

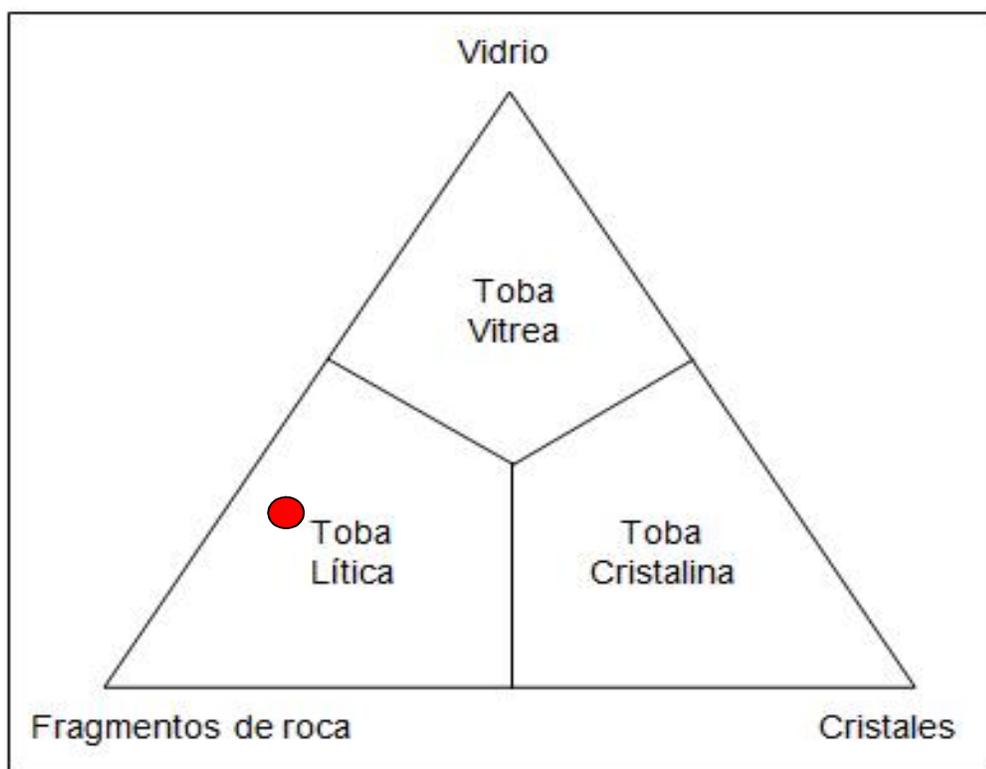
FOTOGRAFÍA 5
TOBA LÍTICA (UTM 225435 E / 1609267 N)



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

En muestra de mano fueron visibles feldespatos, algunos lentes de cuarzo y fragmentos líticos y según el diagrama de clasificación de tobas se puede establecer que corresponde al campo de toba lítica (Figura 9).

FIGURA 9
TRIANGULO DE CLASIFICACIÓN PARA TOBAS



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

En esta subunidad de roca por presentar características de fragilidad y escasa consolidación, no fue posible hacer sección delgada, pero se hizo un estudio por medio de pulverizado para poder analizar la muestra en el estereoscopio, presentando contenidos de 40% fragmentos líticos, 30% feldespatos, 5% moscovita, 15% cuarzo y 10% vidrio.

c) Toba pomácea

Esta subunidad de roca se encuentra mejor distribuida en la parte noroeste del área en donde se presenta con partículas muy finas, con un color blanco, textura porosa y una composición mineral de moscovita y vidrio. La subunidad dentro del área delimitada al noroeste es donde estructuralmente exhibe mucho fracturamiento, (Fotografía 6), al norte del área es donde presenta estructuralmente mucho fracturamiento.

FOTOGRAFÍA 6 TOBA POMÁCEA (UTM 221682 E / 1608956 N)



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

A esta subunidad no fue posible hacerle sección delgada ya que presenta poca consolidación por lo tanto es muy susceptible a disgregación, fue por ello que su análisis se realizó mediante pulverización, solamente así pudo

examinarse con la lupa binocular, dando como resultado que contiene 60% moscovita, 5% líticos, 15% feldespatos, 10% vidrio y 10% cuarzo.

4.1.4. Unidad de coluvión

Está formada por fragmentos de basalto y escorias con una coloración negra y algunas veces grisáceas, el tamaño de los fragmentos de roca oscila entre 50 centímetros hasta varios metros, estos depósitos coluviales se observan con mayor claridad en la parte sureste y noroeste del área de estudio (Fotografía 7).

FOTOGRAFÍA 7 MATERIAL DE COLUVIÓN (UTM 225336 E / 1607621 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

4.1.5. Unidad de aluvión

Los depósitos aluviales se formaron en los valles dominados por las redes fluviales más importantes en la zona de

investigación y han desarrollado principalmente en la parte noreste de la misma constituida principalmente por fragmentos de tobas y andesita.

Estos depósitos aluviales presentan fragmentos de rocas subredondeados a subangulosos de diversas granulometrías que oscilan entre 1 centímetro hasta mayores de 15 centímetros con una esfericidad muy variada (Fotografía 8).

FOTOGRAFÍA 8

TERRAZAS ALUVIALES (UTM 225112 E / 1608054 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

4.2. Geología estructural

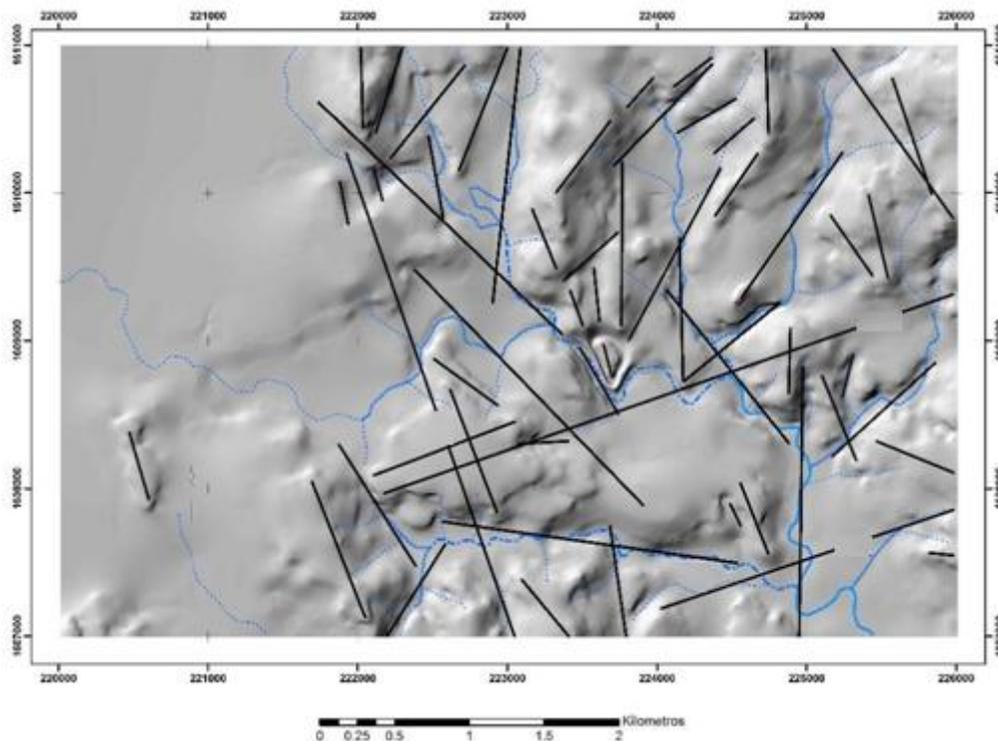
La geología estructural de la zona de investigación se estudió a partir de rasgos regionales observados a través del

modelo de elevación digital (MED), y de fotografías aéreas que han sido de utilidad para la estimación de trazas de fallas y contactos geológicos.

4.2.1. Lineamientos estructurales

Son rasgos estructurales identificados en base al DEM, donde se tomó como referencia la dirección preferencial de las mismas, se evaluaron los resultados en un diagrama de rosa mostrando 4 patrones preferenciales: N350°, N340°, N330°, N000° y N030° (Mapa 4), ya que presentan una misma orientación a la falla Jalpatagua NS.

MAPA 4 LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

4.2.2. Estructuras Planares Frágiles

Dentro de estas estructuras se incluyen fallas y fracturas, las cuales fueron medidas como planos.

a) Fallas

Estas estructuras de dominio frágil se identificaron sobre la Unidad Andesita (And) y la Unidad de Tobas (Tob) 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.

1) Fallas normales

Estas estructuras geológicas tienen un movimiento vertical, donde el bloque techo desciende respecto al bloque piso con un ángulo de cabeceo mayor de 45° , se clasificaron por medio de las estrías y escalones identificadas en los afloramientos.

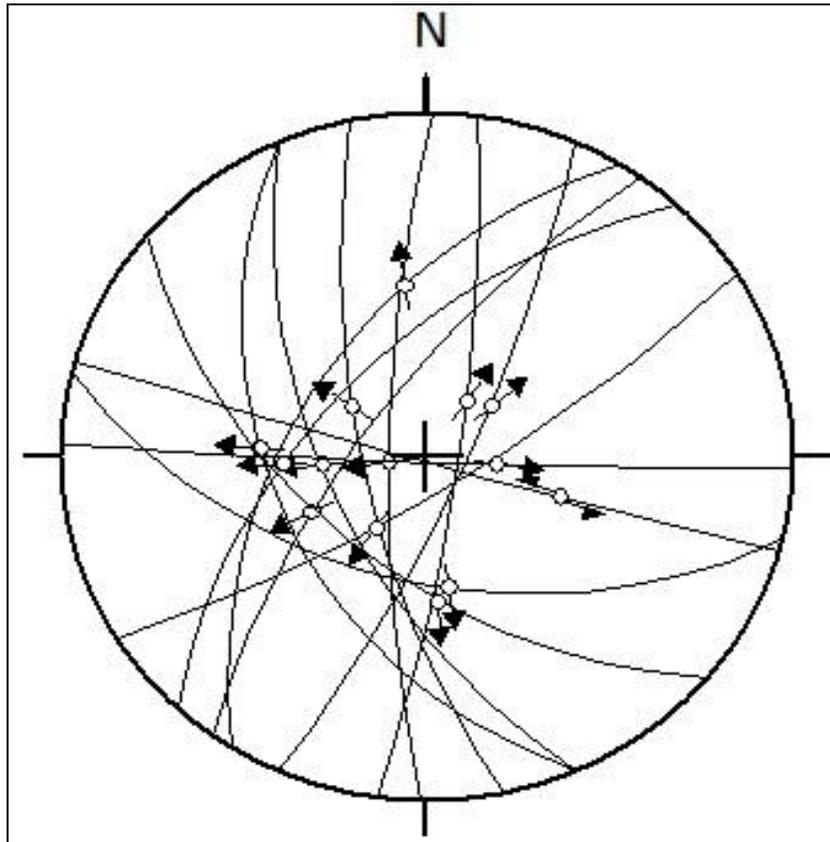
La tabla 3 muestra las 16 fallas normales identificadas en el área de investigación siendo estas de mayor predominancia en esta localidad. La Figura 10 representa un diagrama de Wulff con los polos de los planos estructurales recolectados, con el fin de hacer un análisis de deformación.

TABLA 3
FALLAS NORMALES

Este	Norte	Orientación	Pitch
Normal pura			
223812	1610693	59°/N246°	80NE
225129	1610164	78°/N271°	88SW
Normal sinistral			
224855	1607685	70°/N306°	53SW
223681	1607572	54°/N220°	60SW
224352	1608694	78°/N114°	67NW
224162	1607546	50°/N194°	75SW
221292	1610344	88°/N196°	48SE
Normal dextral			
222912	1607679	70°/N258°	70NE
224352	1608694	70°/N98°	70NW
221315	1608470	78°/N148°	65SW
223242	1610141	57°/N313°	61SW
222409	1607133	88°/N182°	68NW
222129	1607028	50°/N302°	52N
224162	1607546	44°/N246°	70NE

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

FIGURA 10
DIAGRAMA DE FALLAS NORMALES



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

2) Fallas Inversas

En estas estructuras el movimiento se origina de forma vertical inversa, donde el bloque techo asciende respecto al bloque piso con un ángulo de cabeceo mayor a 45° , siendo clasificados según la presencia de estrías y escalones.

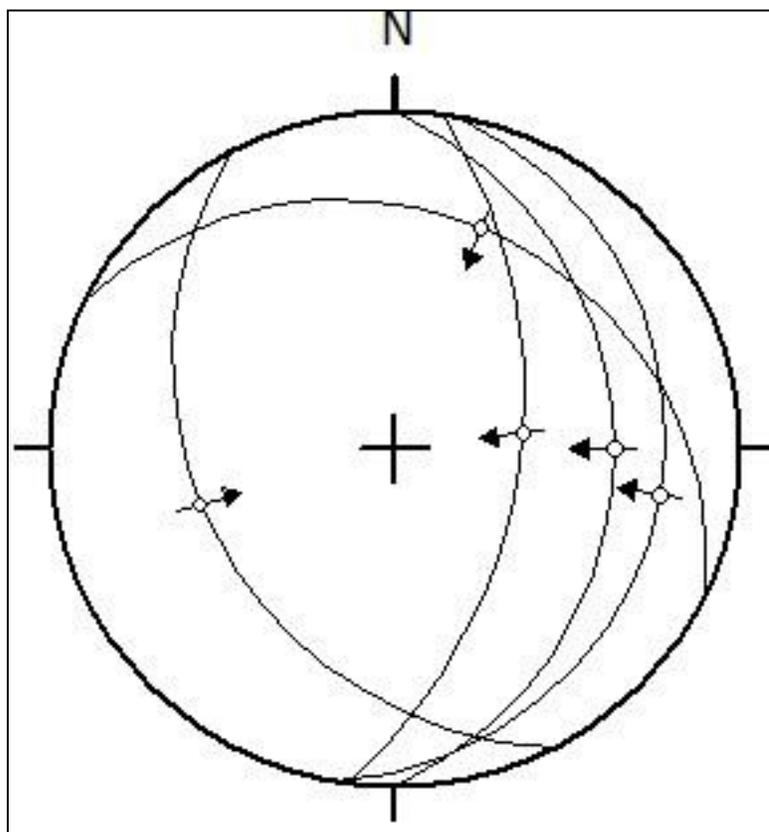
La tabla 4 muestra las 5 fallas inversas identificadas en el área de investigación; la figura 11 presenta un diagrama de Wulff con los polos de los planos estructurales obtenidos, con lo que podrá hacerse un análisis de deformación que permitirá conocer la distribución espacial de cómo se encuentran las fallas.

TABLA 4
FALLAS INVERSAS

Este	Norte	Orientación	Pitch
Inversa pura			
223864	1610498	14°/N100°	90E
220424	1608849	20°/N26°	85NE
223858	1610543	25°/N90°	90E
223739	1608601	30°/N242°	80NE
223739	1608601	50°/N98°	80WE

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

FIGURA 11
DIAGRAMA DE FALLAS INVERSAS



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

3) Fallas Dextrales

Son estructuras geológicas caracterizadas por tener un plano con movimiento lateral donde 1 y 3 se encuentran de forma horizontal y pueden ser clasificadas de acuerdo al pitch o cabeceo no mayor a 45°, dichas estructuras se localizaron en el área de investigación con comportamiento puro, inverso y normal (Tabla 5).

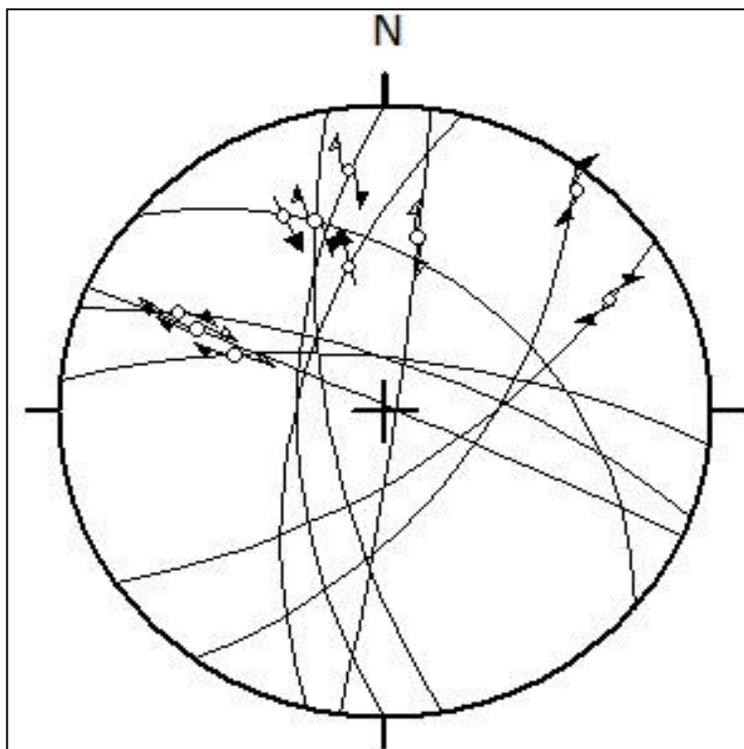
Se identificaron 10 fallas dextrales en el área, los datos tomados se muestran en la tabla 5. En la (Figura 12) se observa un diagrama donde se ve la distribución espacial de las fallas.

**TABLA 5
FALLAS DEXTRALES**

Este	Norte	Orientación	Pitch
Dextral pura			
223777	1608090	58°/N126°	5NE
Dextral inversa			
224130	1607550	70°/N6°	40NW
222737	1608336	40°/N40°	30 NE
223910	1608119	86°/N98°	30N
224756	1608046	60°/N284°	45NE
Dextral normal			
223843	1608769	60°/N270°	15NW
223305	1608494	67°/N146°	15NE
224139	1607549	88°/N24°	25NW
223354	1608697	71°/N20°	20NE
225457	1609362	70°/N260°	25 NE

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

FIGURA 12
DIAGRAMA DE FALLAS DEXTRALES



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

4) Fallas Sinestrales

Son estructuras geológicas que se caracterizan por tener un plano con movimiento lateral y un comportamiento no mayor a 45° verticalmente, clasificadas de acuerdo a su pitch o cabeceo. (Figura 13).

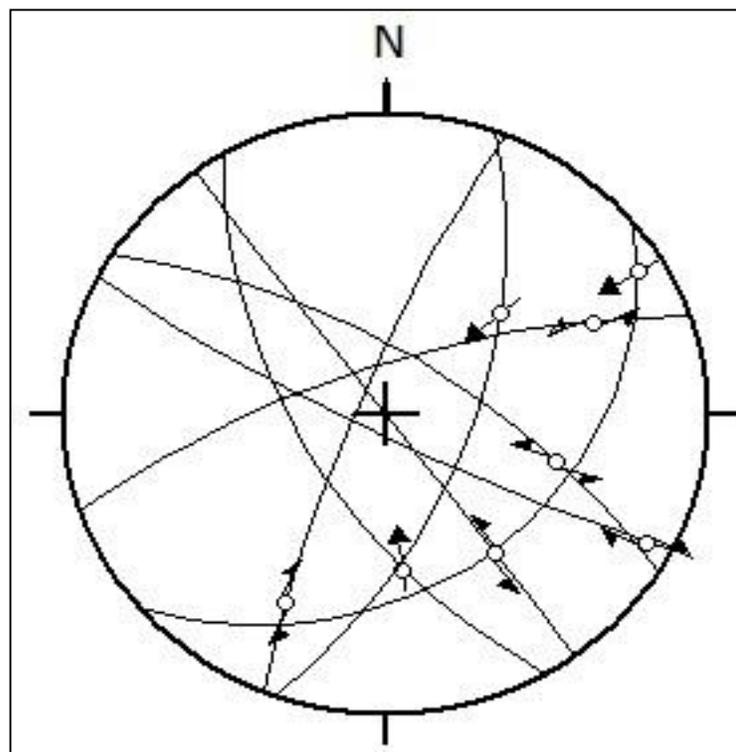
La tabla 6 muestra las fallas sinestrales, la figura 15 representa un diagrama de Wulff con los polos de los planos estructurales recolectados, esto para tener una mejor visión de cómo se encuentran distribuidas espacialmente las fallas, para luego crear un análisis de deformación.

TABLA 6
FALLAS SINISTRALES

Este	Norte	Orientación	Pitch
Sinistral pura			
224859	1607663	82°/N207°	5SE
223183	1607672	31°/N140°	10E
Sinistral inversa			
224191	1609818	72°/N341°	20NE
225025	1608165	80°/N292°	20NW
Sinistral normal			
224162	1607546	90°/N54°	30SE
223843	1608769	67°/N32°	35SE
224906	1609590	60°/N240°	42SW
223668	1607703	60°/N110°	45NE

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

FIGURA 13
DIAGRAMA DE FALLAS SINISTRALES

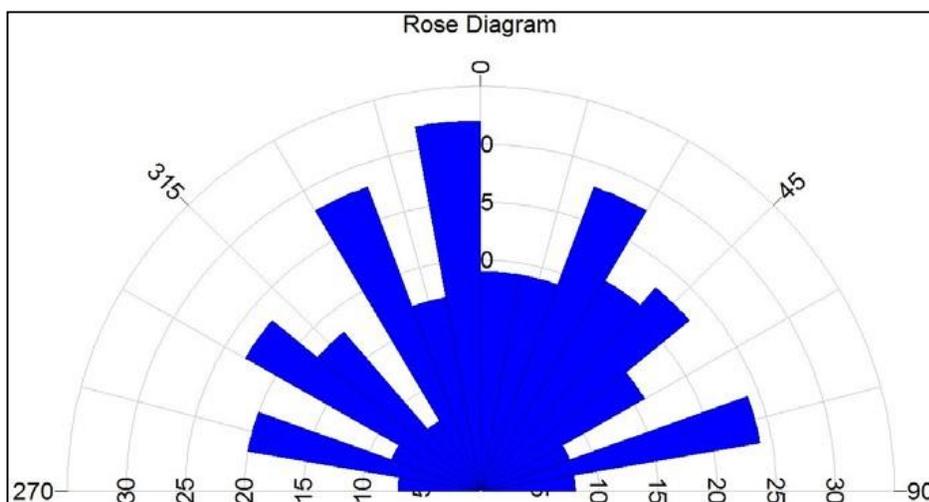


Fuente: Investigación de campo, año 2013.

b) Diaclasas

Son estructuras geológicas de dominio frágil que poseen una amplia distribución en la zona, se recabaron 330 datos en el campo para luego generar un diagrama de rosa, lo que nos permite conocer que la preferencia de orientación es N345°, N350° y N020°. (Figura 14).

FIGURA 14
DIAGRAMA DE DIACLASAS



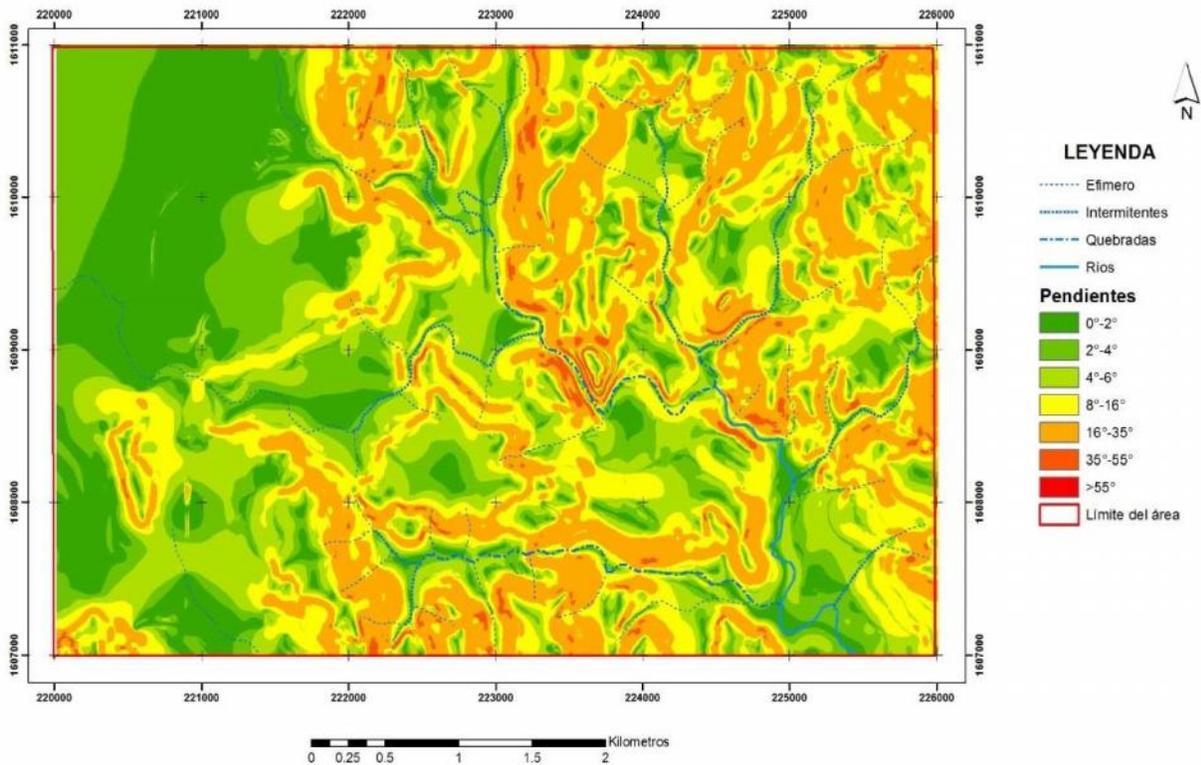
Fuente: Investigación de campo, año 2013.

4.3. Geomorfología local

La evolución de la geomorfología en el área se encuentra fuertemente vinculada con varios factores y procesos exógenos y endógenos como erosión, meteorización, tipo de roca, influencia tectónica, entre otros, por lo que se pueden establecer unidades geomorfológicas con base a su origen las cuales fueron delimitadas con base a un análisis topográfico y de campo.

Los aspectos para delimitar las unidades geomorfológicas fueron: relieve, tectónica, litología y la pendiente. En esta clasificación fue necesario elaborar un mapa de pendientes obtenido a partir de las curvas de nivel con intervalos de 20m apoyado en el MED (Mapa 5), para lo cual se utilizó la clasificación de pendientes propuesta por la Organización de las Naciones Unidas (2009), (Tabla 7).

MAPA 4 PENDIENTES



Fuente: Investigación de campo, año 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	
35 - 55	Muy pendiente	Ladera de pendiente fuerte
>55	Extremadamente pendiente	

Fuente: Modificado y disponible en <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf> (20 de octubre de 2016). 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 geomorfológicas, basados en las geoformas que caracterizan a cada una de las mismas. (Tabla 7).

TABLA 8
RELACIÓN DE UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológicas	Geoformas
De origen denudacional	Laderas	-Colinas y lomas -Crestas -Laderas de pendiente suave -Laderas de pendiente media -Laderas de pendiente fuerte (Escarpes)
	Movimientos de ladera	-Deslizamiento rotacional -Deslizamiento traslacional
De origen agradacional	Terrazas	-Terrazas de río -Planicie aluvial
	Valle aluvial	-Llanura de inundación -Abanicos aluviales
De origen antrópico	-Obra civil	-Canteras -Carreteras

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

4.3.1. Unidades de origen denudacional

Son geoformas resultantes de procesos exógenos como meteorización y erosión generando una expresión redondeada a relativamente suave en la superficie del área de estudio.

a) Sub-unidad de laderas

Son el principal componente del relieve y se generan a partir de los procesos exógenos y endógenos a los que se encuentra asociados, como movimientos, plegamientos, fracturas y desplazamiento de placas.

1. Ladera de pendiente suave (Lps)

Son laderas que poseen una inclinación que oscila de 0° hasta 8° (Tabla 7), se encuentran asociadas a la red fluvial principal y también a algunos de sus afluentes.

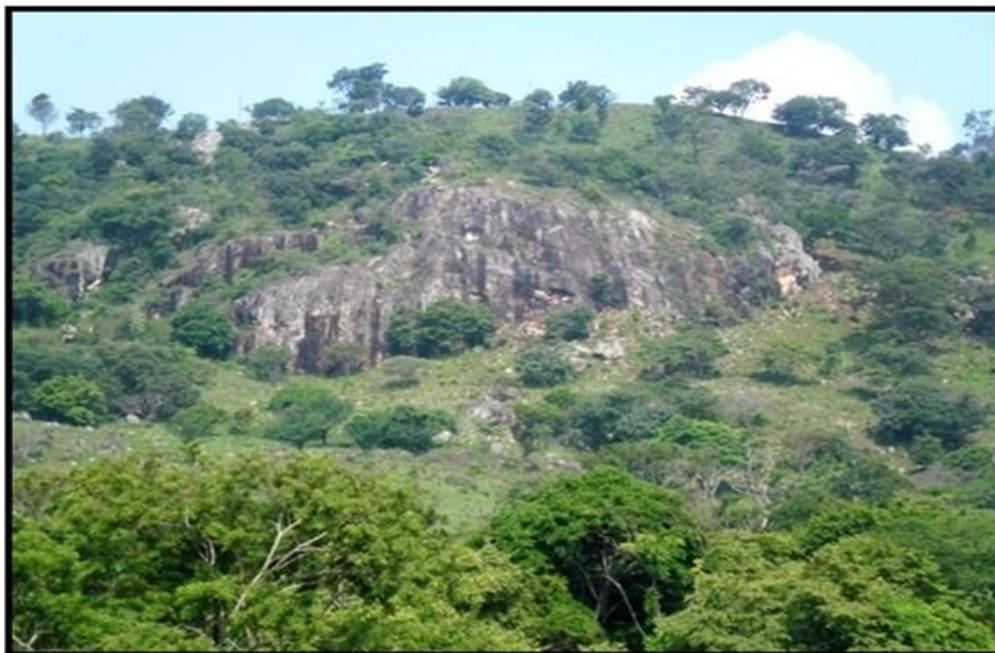
2. Ladera de pendiente media (Lpm)

Presentan una inclinación con respecto a la horizontal desde 8° hasta 35° (Tabla 7), esta geoforma posee mayor predominancia y regularmente es utilizada para el desarrollo de actividades agrícolas.

3. Ladera de pendiente fuerte (Lpf)

Se caracterizan porque poseen una inclinación mayor a 35° (Tabla 7), se encuentran asociadas a la sub-unidad de crestas (Cr) y regularmente son vistas en forma de escarpes, los que pueden ser indicadores de fallas normales en la (Fotografía 9) se observa un escarpe, este puede ser una falla normal y estar asociado a un movimiento extensional.

FOTOGRAFÍA 9
LADERA DE PENDIENTE FUERTE (ESCARPE) (UTM
223618 E / 1608822 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

4. Crestas (Cr)

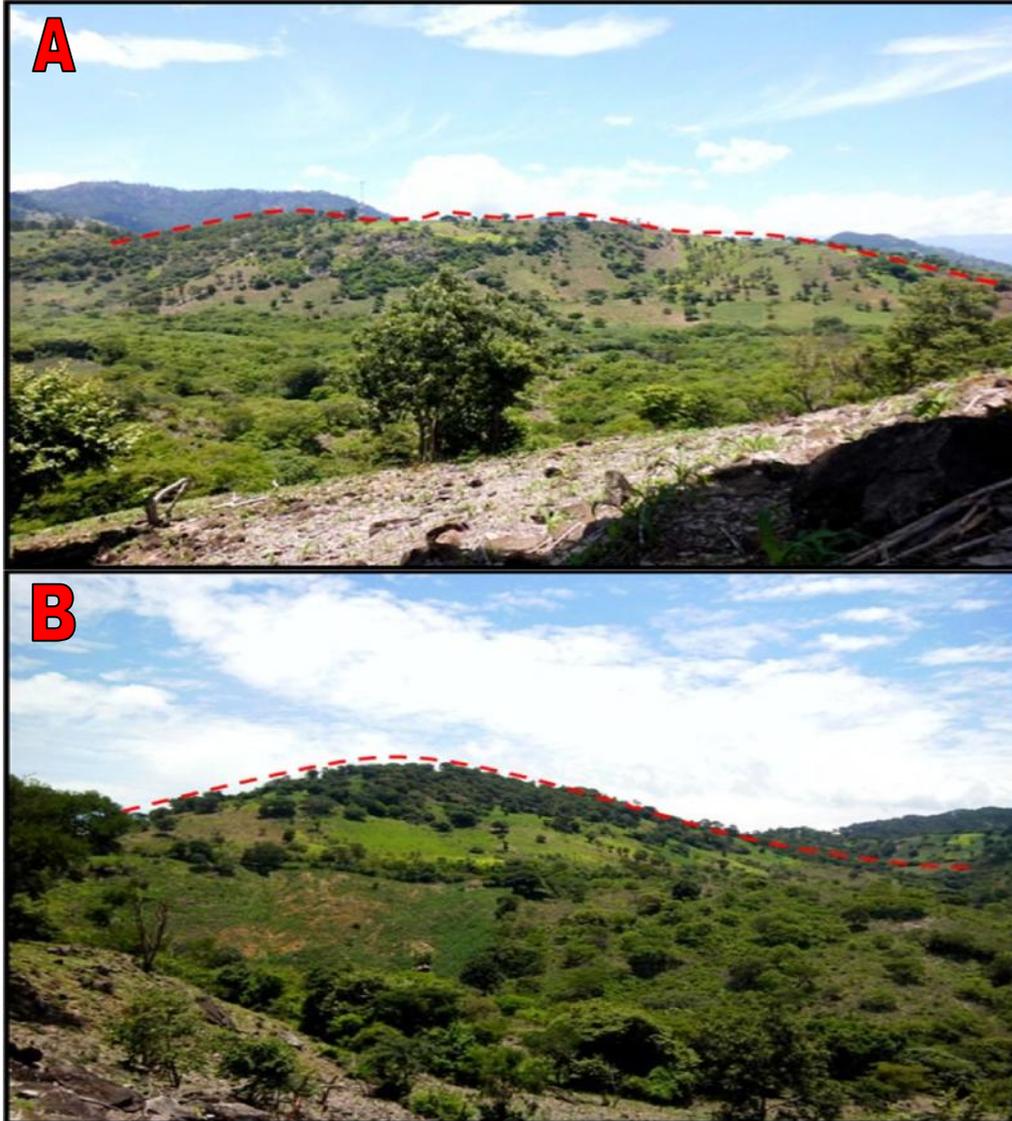
Las crestas son características de formaciones orogénicas del área de estudio y regularmente poseen terminaciones agudas a sub redondeadas.

5. Colinas y Lomas (CyL)

Dependiendo de la homogeneidad del ángulo de inclinación de los bordes de las colinas se presentaron colinas asimétricas y simétricas; en las (fotografías 10a y 10b) muestra unidades de colinas las cuales se ubican en la parte sureste del área, así también lomas que son visibles en la parte central hacia el oeste.

FOTOGRAFÍA 10

a) COLINA (UTM 221619 E / 1608185 N), LOMA (UTM 223645 E/ 1610523 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

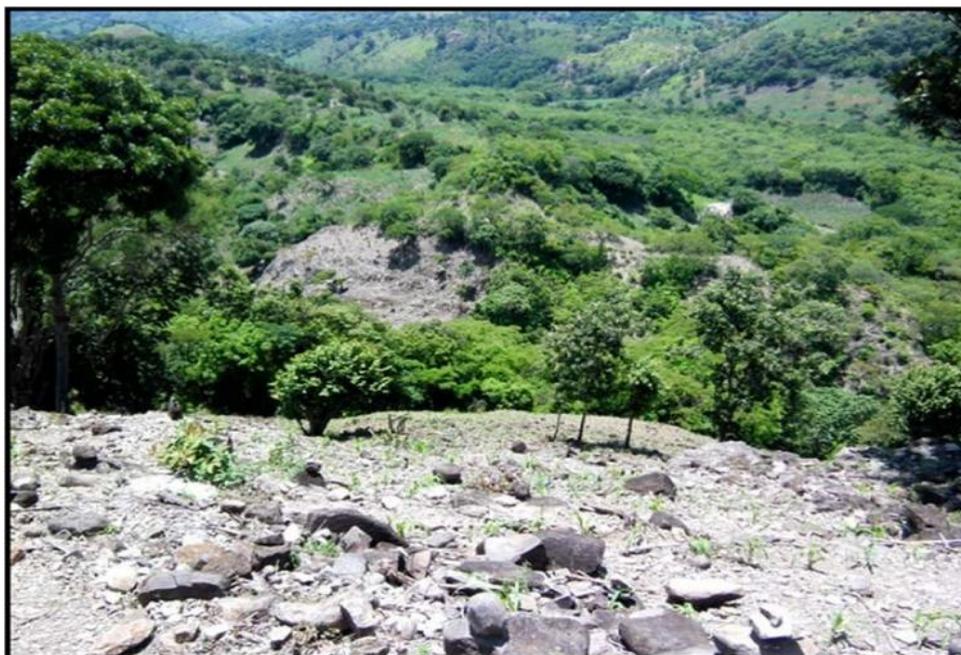
b) Sub-unidad de movimientos de laderas

Son procesos en los que los materiales que forman la superficie son móviles debido a la acción de la gravedad y formados por agentes naturales como precipitación, humedad, sismicidad y relieve.

1. Flujo de detritos (Fd)

Se caracteriza por flujos de fragmentos de roca de tamaños diversos de la parte superior de la ladera o talud hacia las partes más bajas estos se localizan en algunos sectores con pendiente media (Tabla 9).

FOTOGRAFÍA 11 FLUJO DE DETRITOS EN LADERA DE PENDIENTE MEDIA (UTM 222114 E /1609802 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

TABLA 9
FLUJO DE DETRITOS

Este	Norte	Dirección
221874	1609945	N065°
223560	1610322	N346°

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

4.3.2. Unidades de Origen Agradacional

Corresponde a procesos de deposición o acumulación de materiales heterogéneos y de mala clasificación que son transportados hacia las bases de laderas de montañas y colinas para formar la sedimentación aluvial.

a) Sub-unidad de Valle Aluvial (Va)

Esta subunidad de valle aluvial se localiza sobre el río principal y su origen se debe a la deposición de fragmentos líticos arrastrados por la principal red fluvial de la zona. Su composición está dominada por un 82% de diferentes tamaños tanto angulosos, sub redondeados como redondeados hasta bloques de 3 a 4 metros y un 18% de materia orgánica (troncos, ramas, raíces, etc.).

b) Sub-unidad de Terrazas (Te)

Las terrazas son remanentes de niveles anteriores de sedimentaciones en donde la corriente ha sido un factor el cual a ayudado al rejuvenecimiento del paisaje dentro de esta una unidad geomorfológica reciente (fotografía 12).

FOTOGRAFÍA 12
TERRAZAS UBICADAS AL SUR-ESTE DEL ÁREA
(UTM 225240 E/1608203 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

4.3.3. Unidades de Origen Antrópico

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de forma caótica sin ningún tratamiento o adecuación.

a) Sub-unidad de Canteras

Son zonas donde ocurre extracción y explotación de materiales regularmente de forma artesanal con el fin de implementar su uso en la construcción, generando pequeños cambios en la geomorfología de la zona. La (fotografía 13) muestra un ejemplo de cantera de donde es extraído material ígneo (toba hialina) la cual es usada para mantenimiento de carreteras en el área.

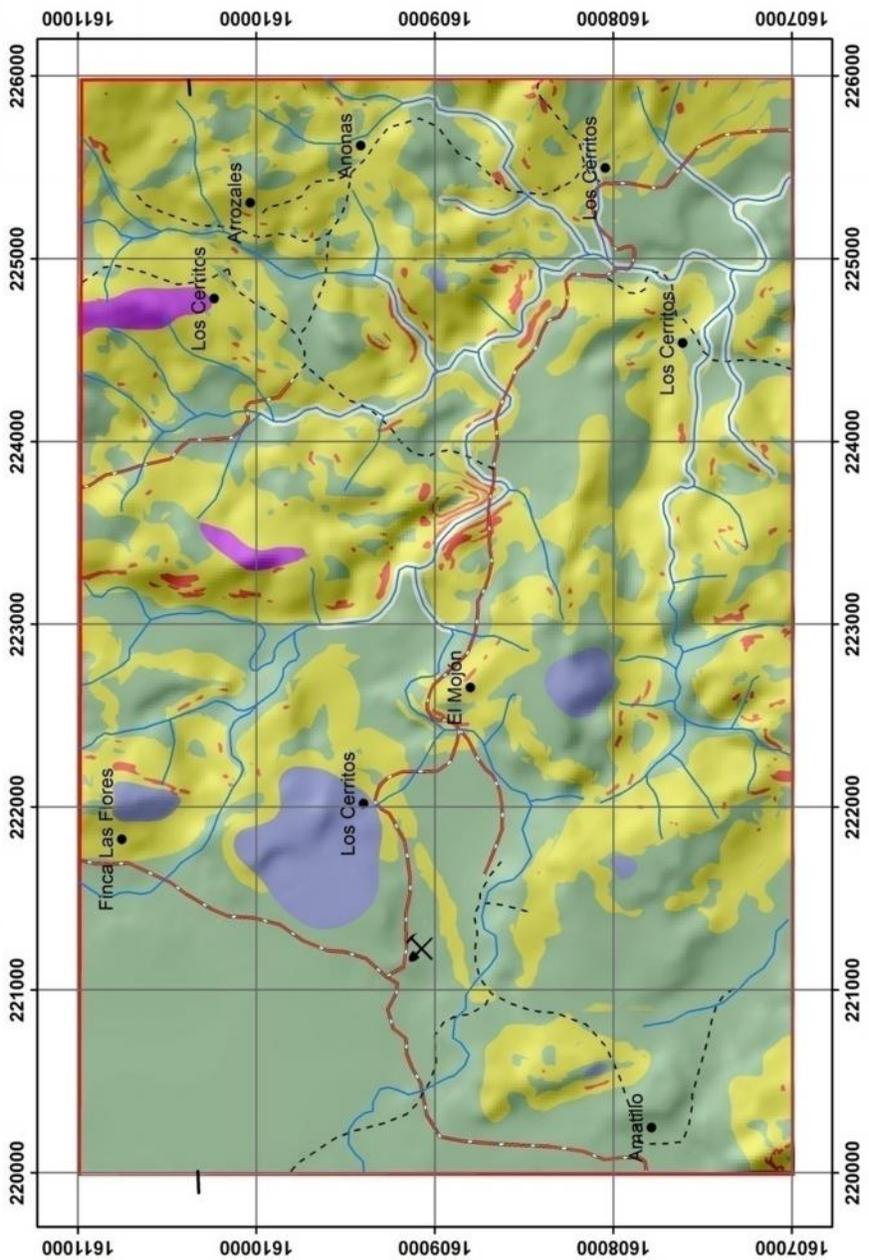
FOTOGRAFÍA 13
CANTERA UBICADA EN LA PARTE NORTE DEL ÁREA.
(UTM 222874 E/ 1610786 N)



Tomada por: Elvis Leonel Guillermo Espina, año 2013.

MAPA 6

MAPA GEOMORFOLÓGICO



LEYENDA

- Unidad de origen agradacional**
 - Valle aluvial (Va)
- Unidad de origen denudacional**
 - Laderas de pendiente fuerte (Lpf)
 - Crestas (Cr)
 - Laderas de pendiente media (Lpm)
 - Colinas y Lomas (Cyl)
 - Laderas de pendiente suave (Lps)
- Unidad de origen antrópico**
 - Cantera
 - Veredas
 - Poblados
 - Carretera
 - Redes

INDICE DE HOJAS ADYACENTES

San Diego 2260 III	Chiquimula 2260 II	Jocolan 2360 III
Jalapa 2269 IV	MAPA 2269 I	Esquipulas 2359 IV
Laguna de Sapare 2269 III	Asunción Milá Montecito 2259 II	Cerro Montecito 2359 III



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
 CARTOGRAFADO GEOLOGICO EN CHROMULULA
 ANALISIS LITOLOGICO Y ESTRUCTURAL DE 20 KM2
 DE LA ZONA DE LA ALDEA CAGUATEPEQUE, IZABA.
 Geomorfología
 MAPA GEOMORFOLÓGICO
 Trabajo realizado por:
 Elvis Leonel Guillermo Espina
 Supervisor del
 Proceso:
 Silvio Contreras
 Referencia Especial:
 No. 1004 de 14



ANEXO 1

CAPITULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Análisis e interpretación litológica

Según la distribución espacial de las rocas en el área de estudio, ubicada en los alrededores del municipio de Ipala, se logró determinar la presencia de rocas ígneas extrusivas, depósitos vulcanosedimentarios y depósitos sedimentarios.

Se establece por medio de la lito-estratigrafía de la zona que inicialmente ocurrió el proceso de formación para lavas de composición máfica-intermedia, generando la Unidad de Andesita (And), las cuales se extienden en la parte este del área de investigación y se encuentran localmente como un basamento de la misma.

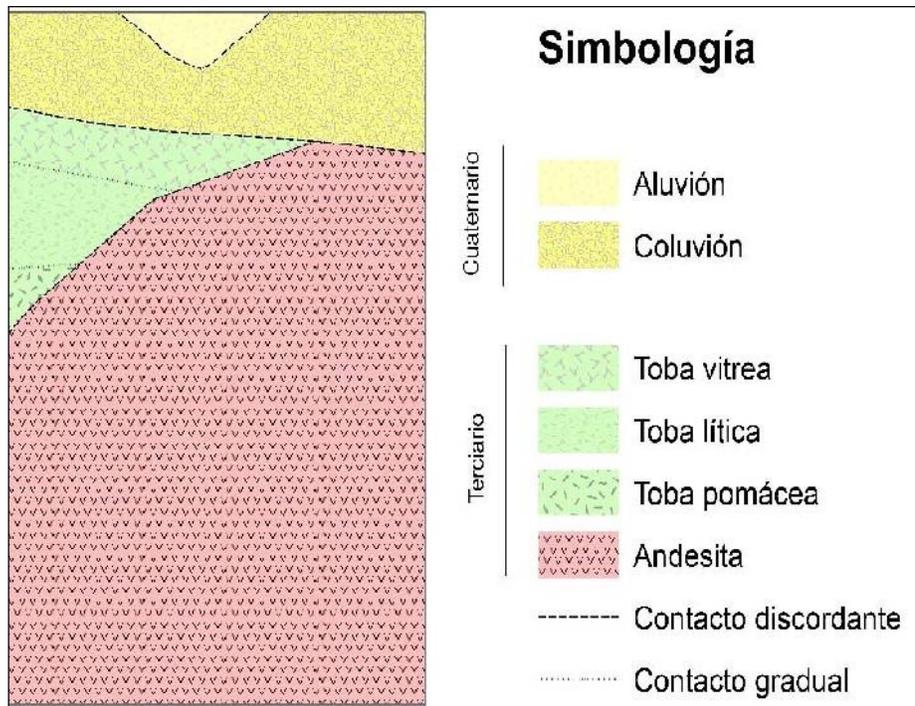
Posteriormente y de forma discordante, fueron cubiertos algunos sectores por depósitos vulcano-sedimentarios pertenecientes a la Unidad de Tobas (Tob) la cual se encuentra conformada por una sección de: toba lítica, cristalina y toba pomácea, las cuales estratigráficamente pueden ser correlacionadas con el Grupo Padre Miguel.

Estas dos unidades fueron generadas seguramente en algún punto del terciario donde se generaron depósitos volcánicos debido a las altas tasas de velocidad producidas en la zona de subducción de ese entonces.

Finalmente, sobreyacen sobre estas unidades, los depósitos sedimentarios recientes de la unidad de Aluvión (QAI), la cual está conformada por depósitos generados por el arrastre y deposición de los detritos hacia las partes más bajas del trayecto del Río Cacahuatpeque.

La (figura 15) muestra el orden crono-estratigráfico de los cuerpos, así como las relaciones que poseen con respecto a las unidades subyacentes y sobre yacente.

FIGURA 15
COLUMNA LITO-ESTRATIGRÁFICA LOCAL



FUENTE: Realizada en base a Investigación de campo, año 2013.

5.2. Análisis e interpretación estructural

Las estructuras localizadas dentro del área de investigación poseen varios patrones, por lo cual han sido analizadas estereográfica, geométrica y estadísticamente para poder establecer la elipse de deformación local.

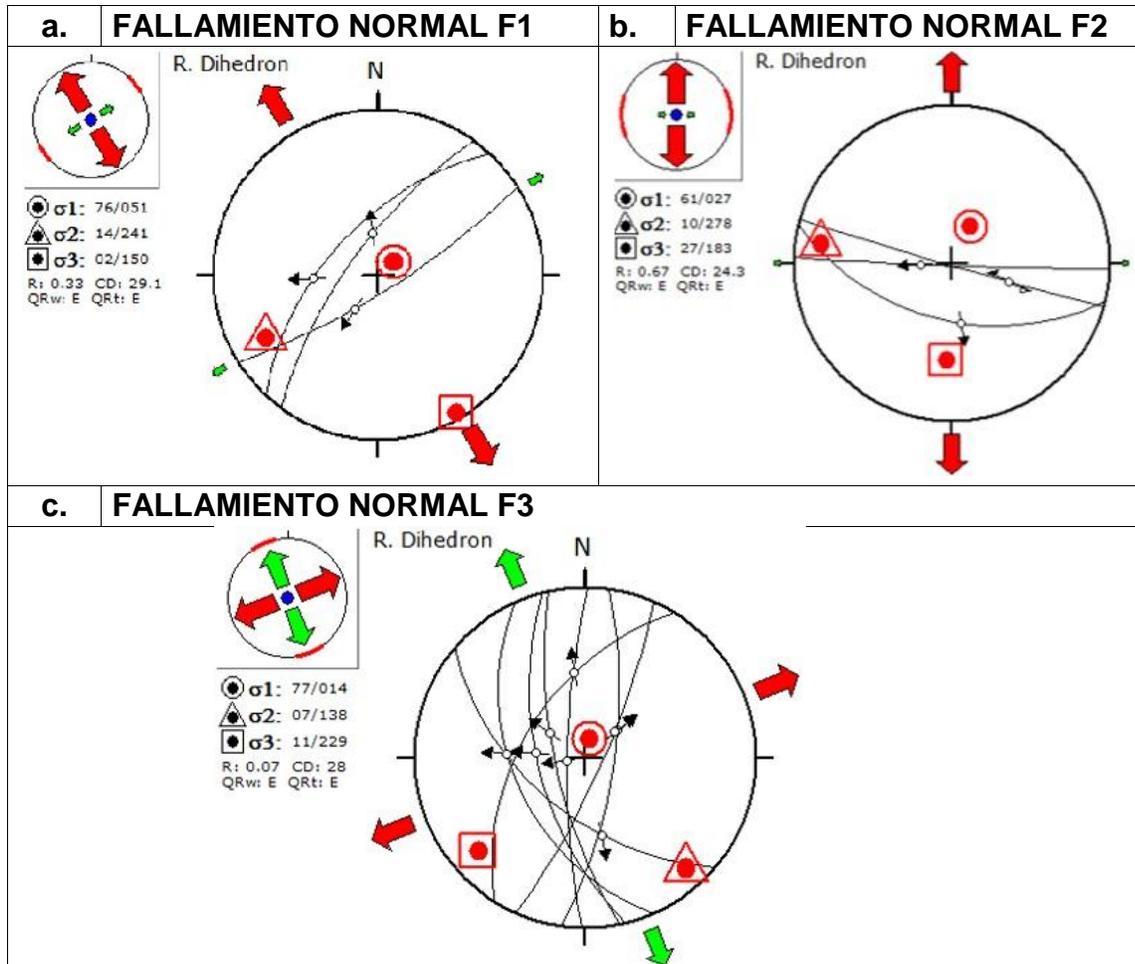
El análisis se basó en las estructuras planares frágiles identificadas, como las fallas las que poseen una amplia distribución a través la unidad de Andesita (And) y Tobas (To), estas se analizaron a través del software libre *Wintensor*.

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

Por medio de esta herramienta digital se logró establecer la presencia de tres patrones de familia en las estructuras planares frágiles correspondientes a los eventos parciales F1, F2 y F3.

Las fallas normales poseen los tres eventos, donde el primer arreglo (Figura 16a) posee una dirección de Sigma 3 hacia $02^{\circ}/N330^{\circ}$ y sigma 1 hacia $76^{\circ}/N051^{\circ}$, el segundo arreglo (Figura 16b) posee una dirección de Sigma 3 hacia $27^{\circ}/N003^{\circ}$ y sigma 1 hacia $61^{\circ}/N027^{\circ}$ y el tercer arreglo (Figura 16c) posee una dirección de Sigma 3 hacia $11^{\circ}/N049^{\circ}$ y sigma 1 hacia $77^{\circ}/N014^{\circ}$.

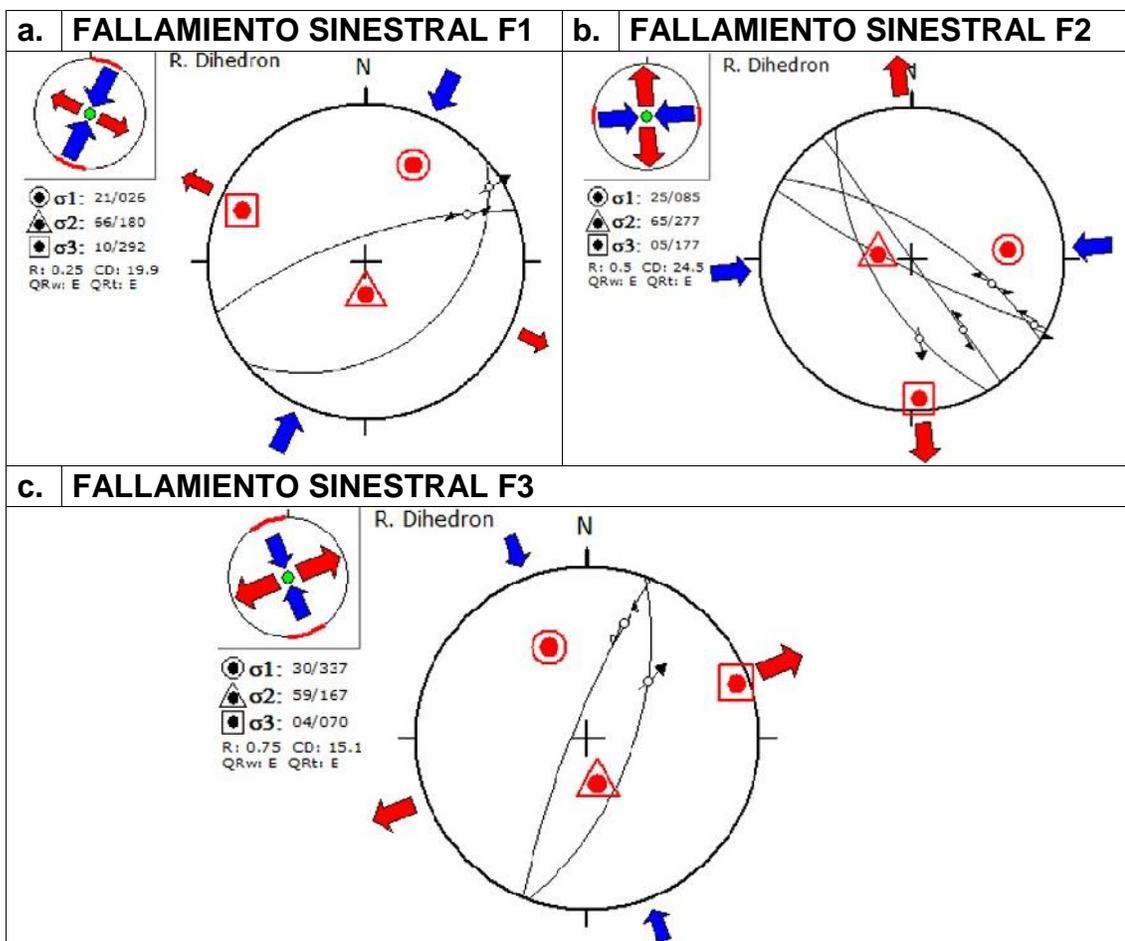
FIGURA 16
ESTEREOGRAMA MOSTRANDO FALLAMIENTO NORMAL



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

Las fallas sinestrales, al igual que las de movimiento normal, poseen los tres eventos, donde, el primer arreglo (Figura 17a) tiene una dirección de Sigma 3 hacia 10°/N292° y sigma 1 hacia 21°/N026°, el segundo arreglo (Figura 17b) una dirección de Sigma 3 hacia 05°/N357° y sigma 1 hacia 25°/N085° y el tercer arreglo (Figura 17c) con una dirección de Sigma 3 hacia 04°/N070° y sigma 1 hacia 30°/N337°.

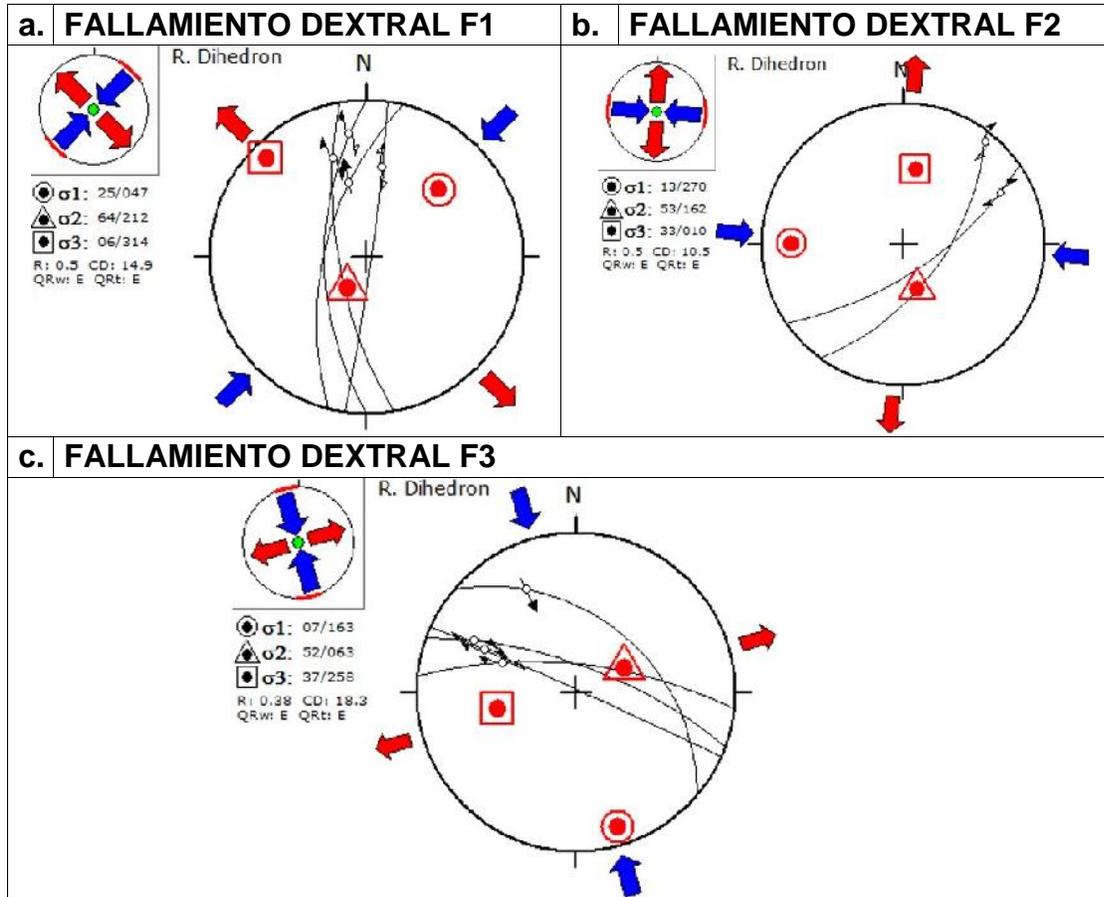
FIGURA 17
ESTEREOGRAMA MOSTRANDO FALLAMIENTO SINISTRAL



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

Las fallas dextrales, al igual que las de movimiento normal y sinistral poseen los tres eventos, donde el primer arreglo (Figura 18a) tiene una dirección de Sigma 3 hacia 06°/N314° y sigma 1 hacia 25°/N047°, el segundo arreglo (Figura 18b) una dirección de Sigma 3 hacia 33°/N010° y sigma 1 hacia 14°/N090° y el tercer arreglo (Figura 18c) una dirección de Sigma 3 hacia 37°/N078° y sigma 1 hacia 07°/N343°.

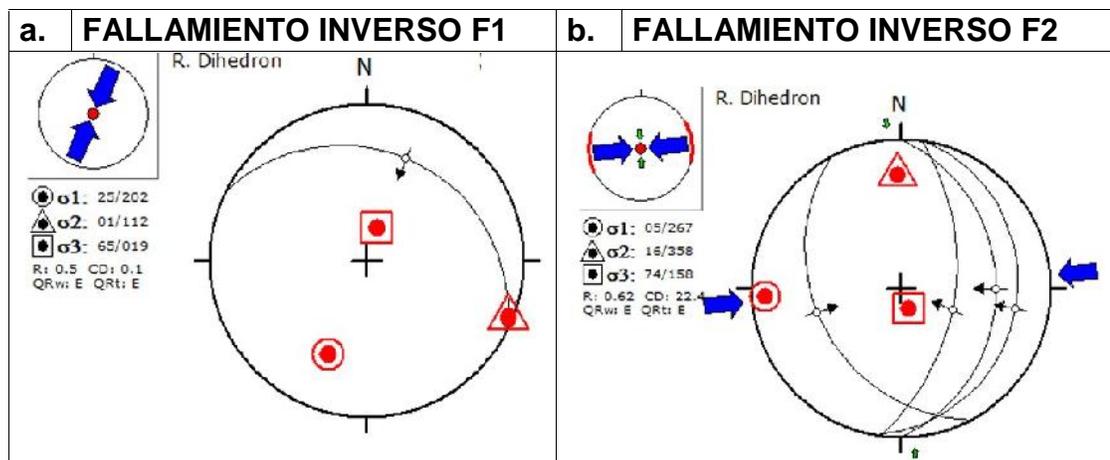
FIGURA 18 ESTEREOGRAMA MOSTRANDO FALLAMIENTO DEXTRAL



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

Las fallas inversas a diferencia de los otros tipos de estructuras planares únicamente cuenta con dos arreglos correspondientes a F1 y F2. El primero (Figura 19a) tiene una dirección de Sigma 3 hacia $65^\circ/\text{N}019^\circ$ y sigma 1 hacia $25^\circ/\text{N}022^\circ$ y el segundo, (Figura 19b) una dirección de Sigma 3 hacia $74^\circ/\text{N}338^\circ$ y sigma 1 hacia $05^\circ/\text{N}087^\circ$.

FÍGURA 19
ESTEREOGRAMA MOSTRANDO FALLAMIENTO INVERSO



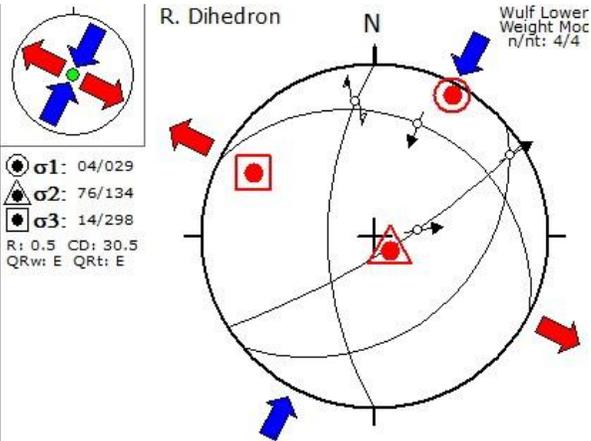
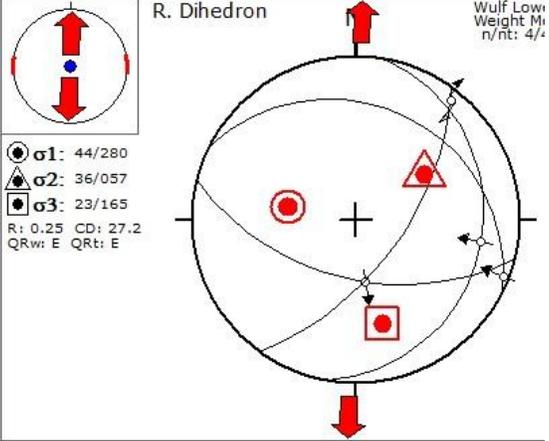
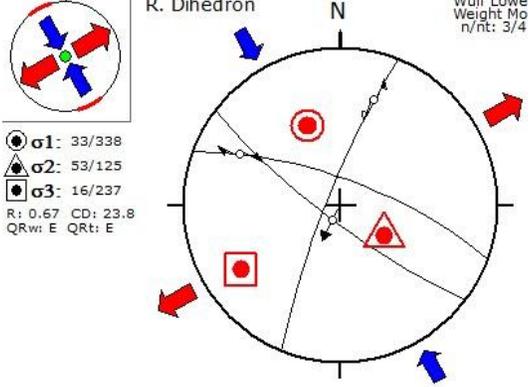
Fuente: Investigación de campo, año 2013.

5.2.1. Modelos estructurales

Para la elaboración del modelo estructural local se tomó como referencia los modelos parciales identificados en el análisis estructural, con el fin de establecer las relaciones, patrones y geometría de cada uno de ellos.

Estructuralmente se establece que en la zona de investigación se encontraron 3 eventos de deformación frágil. En el evento "F1" se identificaron 3 elementos normales, 1 inverso, 2 sinestrales y 4 dextrales, para la deformación "F2" se encontraron 3 elementos normales, 4 elementos inversos, 4 sinestrales y 2 elementos dextrales y para la última deformación ("F3") se encontraron 8 elementos normales, 2 elementos sinestrales y 4 elementos dextrales.

TABLA 10
GEOMETRÍA DE ESFUERZOS EN ESTRUCTURAS
DE DOMINIO FRÁGIL

Estructuras "F1"			 <p>R. Dihedron N</p> <p>Wulf Lower Weight Moch n/nt: 4/4</p> <p> σ_1: 04/029 σ_2: 76/134 σ_3: 14/298 R: 0.5 CD: 30.5 QRw: E QRt: E </p>
Estructura	1	3	
Fallas normales	N051°	N330°	
Fallas sinestrales	N026°	N292°	
Fallas dextrales	N047°	N314°	
Fallas Inversas	N022°	N019°	
Estructuras "F2"			 <p>R. Dihedron</p> <p>Wulf Lower Weight Moch n/nt: 4/4</p> <p> σ_1: 44/280 σ_2: 36/057 σ_3: 23/165 R: 0.25 CD: 27.2 QRw: E QRt: E </p>
Estructura	1	3	
Fallas normales	N027°	N003°	
Fallas sinestrales	N085°	N357°	
Fallas dextrales	N090°	N010°	
Fallas Inversas	N087°	N338°	
Estructuras "F3"			 <p>R. Dihedron N</p> <p>Wulf Lower Weight Moch n/nt: 3/4</p> <p> σ_1: 33/338 σ_2: 53/125 σ_3: 16/237 R: 0.67 CD: 23.8 QRw: E QRt: E </p>
Estructura	1	3	
Fallas normales	N014°	N049°	
Fallas sinestrales	N337°	N070°	
Fallas dextrales	N343°	N078°	

Fuente: Investigación de campo, año 2013.

De los tres patrones identificados se puede argumentar que: las estructuras "F1" puede asociarse a algún evento sinistral que se desarrolle en las cercanías al área, que en este caso podría ser vinculado al sistema de fallas Jocotán-Chamelecón la cual se encuentra al norte del área.

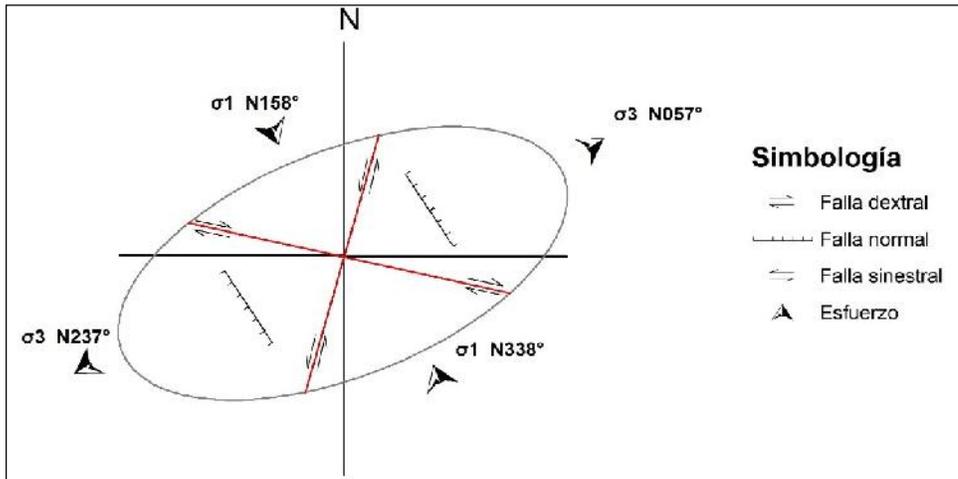
El sistema "F2" y "F3" poseen un comportamiento complejo, donde aparentemente podrían llegar a ser incluso un mismo sistema el cuál se encuentre influenciado simultáneamente por el sistema de Falla de Jalpatagua y el Graben de Ipala, pero se sostiene que el sistema de mayor influencia en desarrollo es el denominado "F3" vinculado a la zona extensional.

Tomando en cuenta que existe una mayor frecuencia en la cantidad de datos de fallas normales en la zona de investigación se define que el evento "F2" es el que se encuentra asociado a la falla Jalpátagua para proponer la elipse de deformación local.

Este sistema es dominado por un sigma de compresión con tendencia N-S levemente rotado hacia NW, que puede asignarse valores de compresión y tensión debido a los valores geométricos obtenidos en las 14 estructuras normales, dextrales y sinestrales identificadas.

El modelo de deformación local se propone mediante el análisis geométrico y estadístico de las estructuras de dominio frágil, las cuales corresponden a un modelo de deformación extensional, (basado en las estructuras geológicas "F3" detalladas en la Tabla 10), con un esfuerzo compresional (Sigma 1) hacia N338° y un esfuerzo extensional (Sigma 3) N057°.

FIGURA 20
ELIPSE DE DEFORMACIÓN LOCAL



Fuente: Investigación de campo, año 2013.

5.3. Análisis e interpretación geomorfológica

La geomorfología se encuentra definida por el factor litológico, pendiente y rasgos estructurales. Las zonas que poseen una mayor pendiente regularmente se encuentran asociadas a la Unidad de Andesita y con menor frecuencia la Unidad de Tobas. Dichas unidades han sido muy susceptibles a procesos de erosión y meteorización físico-química, observado en casi en todas las vías de acceso al área.

Los procesos de transporte y deposición de detritos se desarrollan principalmente sobre el Río Cacahuatpeque, el drenaje de esta red erosiona la superficie del terreno y a su vez deposita en las partes más bajas los sedimentos arrastrados por el cauce formando las terrazas aluviales.

Las unidades geomorfológicas localizadas en el área son: de origen agradacional, denudacional y antrópico, las cuales fueron delimitadas por medio de observaciones de campo, mapa de pendientes y mapa de elevación digital DEM.

La unidad de origen agradacional se encuentra compuesta por las planicies que son producto de la deposición y arrastre de detritos por la red hídrica a la unidad de origen denudacional que corresponden las geoformas que se encuentran expuestas a la procesos de erosión y meteorización por agentes meteorológicos conformada por crestas y laderas de alta, media y baja pendiente y la unidad de origen antrópico, la cual se encuentra conformada por geoformas que presenten la intervención de la actividad del hombre, a esta unidad se asocian las vías de acceso y las canteras, la importancia de estas geoformas son de dimensiones no mayores a unos 250 metros en su eje más largo.

El área de estudio se encuentra afectada por algunos flujos de detritos de impacto local, los cuales se encuentran asociados regularmente al alto grado de fracturamiento no preferencial con fragmentos no mayores a 60 centímetros, generando así, planos en la superficie y acumulación de detritos en la base de la ladera.

5.4. Historia geológica

Localmente se forma la Unidad Andesita (And) producto de alguna erupción pasiva seguramente asociada al Volcán de Ipala durante algún punto del terciario, seguidamente se generó una anomalía en la zona de subducción ocasionando así, la generación de un magma rico en SiO_2 dando como resultado una alta viscosidad en los magmas producidos en la zona de subducción.

Estas secuencias vulcano-sedimentarias se encuentran asociadas en una sola unidad denominada Unidad de Tobas (Tob), la cual se encuentra compuesta por toba lítica, toba cristalina y toba pomácea.

Posteriormente fueron cubiertos por la Unidad de Coluvión la cual se encuentra formada por la zona de acumulación de material del Volcán de Ipala (zona noroeste del área) y el desarrollo de la zona aluvial del Río Cacahuatepeque.

CONCLUSIONES

Conclusión General

Los resultados que se obtuvieron mediante la cartografía de 20 km² en los alrededores de la aldea Cacahuatpeque, Ipala, Chiquimula, presentan a la Unidad de Andesita (Fi) como basamento local, la cual fue cubierta por depósitos vulcano-sedimentarios terciarios asociados al Grupo Padre Miguel, que a su vez se encuentra discordante con la Unidad de Aluvión (Al) y Coluvión (Co).

Las deformaciones locales determinadas en la región, sugieren que los esfuerzos principales se desarrollan sobre estructuras de dominio frágil encontradas en la zona, las cuales presentan una orientación Sigma 1 = N228°, Sigma 3 = N057° y se encuentran estrechamente vinculada al Graben de Ipala así como al sistema dextral de la Falla Jalpatagua.

La geomorfología está por factores litológicos, pendiente, precipitación, meteorización y tectónica, debido a que la distribución de las geoformas en la localidad se encuentran controladas por factores principalmente litológicos y estructurales ya que estos cambios se evidencian en la topografía, así como las fuertes pendientes debido a la extensión del graben.

Conclusiones Específicas

Basado en análisis petrográfico se logró determinar que la Unidad de Andesita posee un contenido del 60% de matriz rica en plagioclasas,

4% de olivinos, 3% de minerales opacos y 33% plagioclasa, además se estimó una gradación en la unidad de tobas la cual está compuesta por toba cristalina, lítica y pomácea, donde varían las relaciones de vidrio, fragmentos líticos y cristales.

Debido a que la región se encuentra muy influenciada por un sistema extensional y otro sistema dextral, esto permite que se desarrollen fallas de movimiento normal, así como algunas estructuras tipo graben de menor tamaño debido a la alta persistencia de estas estructuras geológicas, donde ciertamente en algunas ocasiones, la deformación dextral también influencia el desarrollo de la orientación de las mismas.

La relación que posee la geomorfología de la zona y la geología estructural es muy alta, debido a que logran observarse patrones muy marcados de un ambiente extensional, el cual se relaciona a la apertura generada por el graben de Ipala.

RECOMENDACIONES

Dar seguimiento a la cartografía geológica a escala 1:25 000 de áreas cercanas, incluidas en la hoja topográfica de Ipala y así poder establecer la continuidad litológica en los alrededores del graben de Ipala.

Realizar otros estudios cercanos al área para poder contar con más información real sobre este tipo de zonas, las cuales son influenciadas por procesos tectónicos.

Trasladar el material de investigación realizado para que por medio de la municipalidad se pueda dar a conocer la información geológica obtenida en el área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Burkart, B. *Geología de los cuadrantes Esquípulas, Chanmagua y Cerro Montecristo, sureste de Guatemala*. Universidad de Texas. Texas, Estados Unidos de América: CTPS, 1965.
- Chiquín Yoj, Mauricio (Comp.). *Margen Neógeno entre las placas Norte América-Caribe a través de Centro América Norte, desplazamiento a lo largo de la Falla Polochic*. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2002.
- . *Norte de Centro América; El Bloque Maya y Chortis*. Cobán A.V. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2001.
- Comisión Trinacional del Plan Trifinio – CTPT-. *Desarrollo sostenible de los recursos ambientales e hídricos en la cuenca alta del río lempa*. Honduras: CTPT., 2002.
- Concepto de erosión en rocas*. <http://ggoma95.galeon.com/erosion.htm> (15 de abril de 2012).
- Cuencas hidrográficas de Chiquimula*. <http://www.chiquimulaonline.com/Chiquimula/turismo.htm> (15 de abril de 2012).
- Cuencas de Chiquimula*. http://fineas.usac.edu.gt/wiki/index.php/CUENCAS_DE_CHIQUIMULA (14 de abril de 2012).
- Donnelly, Thomas. Et. Al. *Northern Central America, The Maya and Chortís Block*. Estados Unidos de América: The Geological Society of America, 1990.
- . *The Geology of North America, vol. H, The Caribbean Region*. United States of America: The Geological Society of América, 1990.
- Instituto Geográfico Nacional –IGN-. *Mapa Geológico de Chiquimula, (2260 II-G)*. Escala 1: 50 000 color. Guatemala: IGN., 1966.

Pérez Bol, Edgar Rolando. *Léxico estratigráfico del bloque Chortí en Guatemala*. Tesis Ingeniero Geólogo. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2000.

Ubicación de Chiquimula. <http://www.chiquimulaonline.com/chiquimula/ubicación.htm> (15 de abril de 2 012).

V.° B.°

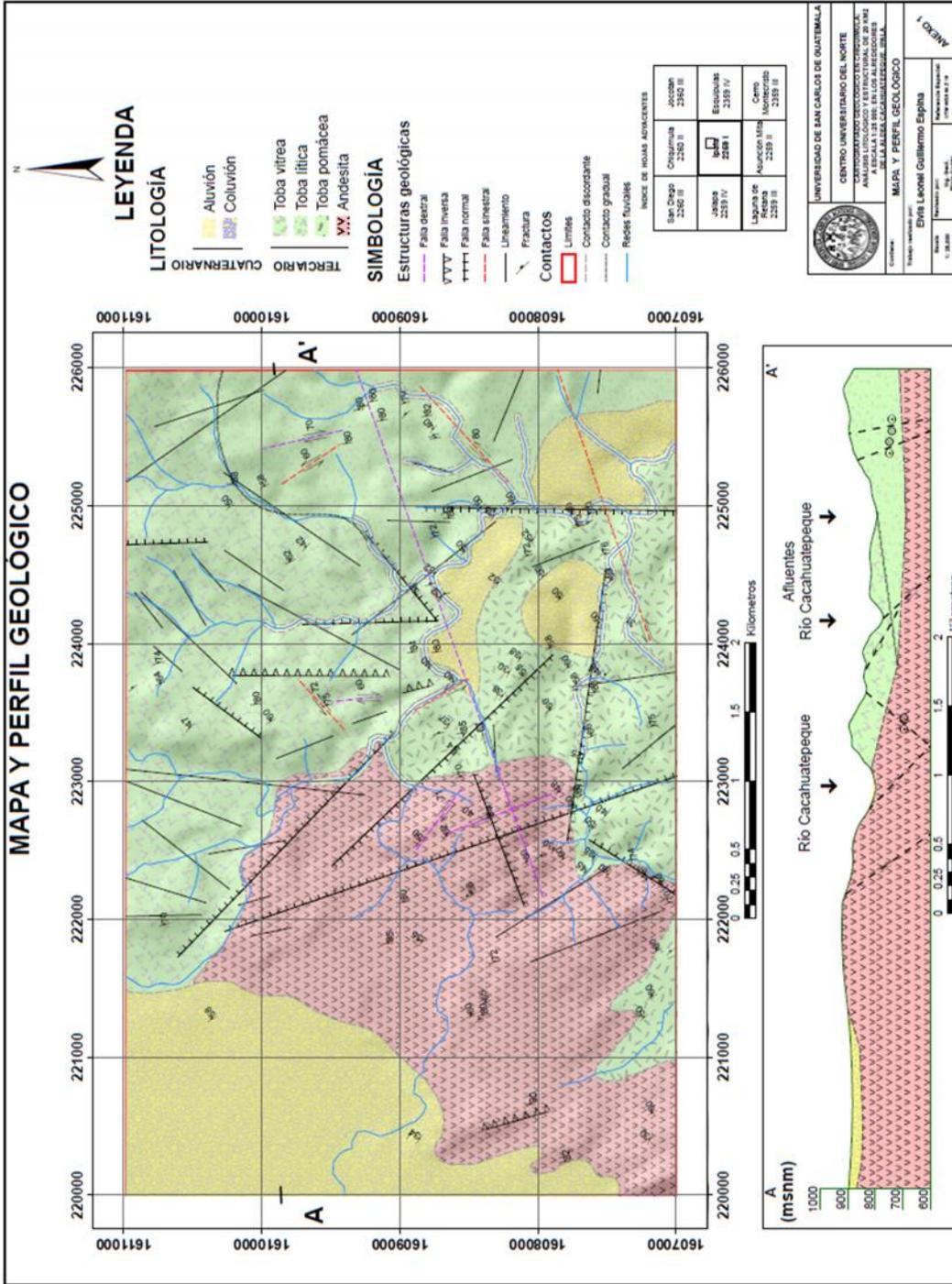


A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Adán García Véliz", written over a horizontal line.

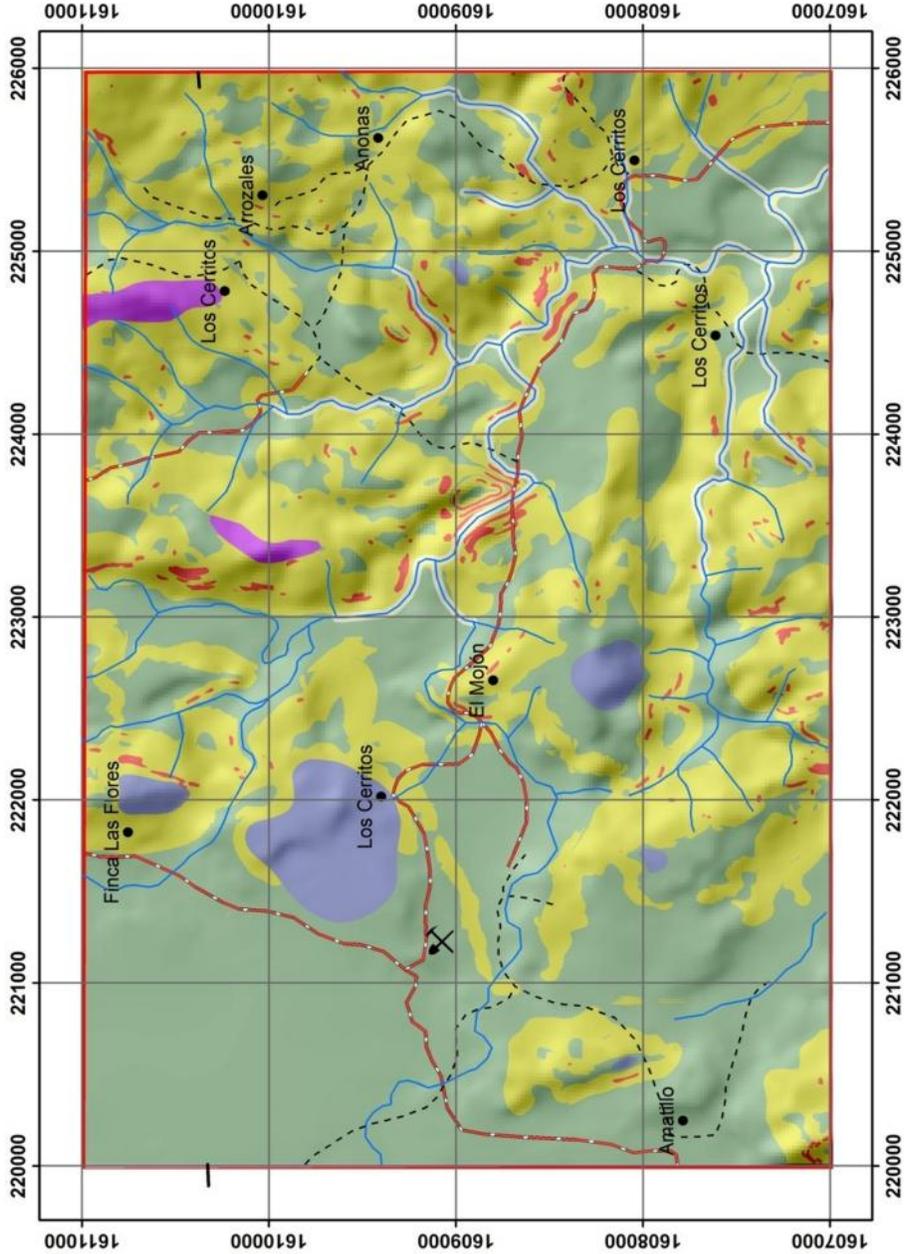
Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario

ANEXOS

- I. MAPA GEOLÓGICO
- II. PERFIL A-A´
- III. MAPA GEOMORFOLÓGICO
- IV. DESCRIPCIÓN DE LÁMINAS DELGADAS



MAPA GEOMORFOLÓGICO



LEYENDA

- Unidad de origen agradacional**
 - Valle aluvial (Va)
- Unidad de origen denudacional**
 - Laderas de pendiente fuerte (Lpf)
 - Crestas (Cr)
 - Laderas de pendiente media (Lpm)
 - Colinas y Lomas (Cyl)
 - Laderas de pendiente suave (Lps)
- Unidad de origen antrópico**
 - Cantera
 - Veredas
 - Poblados
 - Carretera
 - Redes

INDICE DE HOJAS ADYACENTES

San Diego 2260 III	Chiquimula 2260 II	Jocotan 2360 III
Jalapa 2259 IV	IPAW 2259 I	Esquipulas 2359 IV
Laguna de Retana 2259 III	Azuarcán 2259 II	Cerro Montecristo 2359 III



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
 CARTOGRAFÍA GEOLOGICA EN CIRCUMLA
 ANÁLISIS Y MUESTREO DE LOS ALREDORES
 DE LA ALDEA CACHIHATEQUE, IPALA.
 Contiene: **MAPA GEOMORFOLÓGICO**
 Trabajo realizado por: **Elvis Leonel Guillermo Espina**
 Escala: 1:25,000
 Revisado por: Dra. Genil Silvia Cente



ANEXO DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: EG-04			
FECHA:	24/10/2013	PROYECTO:	Trabajo Final de Campo (TFC)
UBICACIÓN:	(E) : 221682	(N): 1608956	ZONA: 16
LOCALIDAD:	Aldea El Cuje, Ipala		
HOJA TOPO/GEO:	NOMBRE: Ipala	SERIE:	ESCALA: 1:50 000

TIPO DE ROCA: Ígnea
NOMBRE DE LA ROCA: Toba
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Clasificación y nomenclatura de depósitos piroclásticos. (Schmid, 1981, con modificaciones posteriores).

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Macizo Rocoso
LITOLOGÍA: Toba pomácea
ESTRUCTURAS: Se observan patrones de fracturamiento, y material inconsolidado suelto.

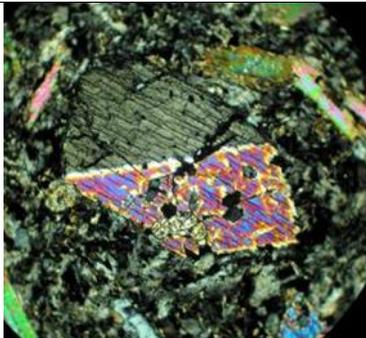
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA			
GRADO DE METEORIZACIÓN: II			
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespatos, cristales, líticos.			
TEXTURA: piroclástica			
COLOR: blanco- gris			
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			
MINERALES		10%	
	Feldespatos	15%	
	Lítics	5%	
	Moscovita	60%	
	cuarzo	10%	
OBSERVACIONES: Muestra Pulverizada			

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: EG-7			
FECHA:	24/10/2013	PROYECTO:	Trabajo Final de Campo (TFC)
UBICACIÓN:	(E) : 220735	(N) : 1607518	ZONA: 16
LOCALIDAD:	Finca los Cerritos, Ipala		
HOJA TOPO/GEO:	NOMBRE: Ipala	SERIE:	ESCALA: 1:50 000

TIPO DE ROCA: Ígnea
NOMBRE DE LA ROCA: Andesita
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Diagrama de Streckeisen

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Macizo Rocoso
LITOLOGÍA: Andesita
ESTRUCTURAS: fracturas, fallas

DESCRIPCIÓN EN AFLORAMIENTO	
GRADO DE METEORIZACIÓN: II	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y vidrio.	
TEXTURA: porfídica	
COLOR: Gris	

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			
MINERALES	Micas	8%	
	Anfiboles	15%	
	Plagioclasas (andesinas)	58%	
	Vidrio	5%	
	Minerales opacos	12%	
OBSERVACIONES:			

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: EG-06			
FECHA:	24/10/2013	PROYECTO:	Trabajo Final de Campo (TFC)
UBICACIÓN:	(E) : 224223	(N): 1610836	ZONA: 16
LOCALIDAD:	Finca el Rodeo		
HOJA TOPO/GEO:	NOMBRE: Ipala	SERIE:	ESCALA: 1:50 000

TIPO DE ROCA: Ígnea
NOMBRE DE LA ROCA: Toba Vitrea
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Clasificación y nomenclatura de depósitos piroclásticos. (Diagrama de Schmid)

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Macizo Rocoso
ESTRUCTURAS: fracturamiento y material inconsolidado suelto.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA															
GRADO DE METEORIZACIÓN: II															
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato, vidrio, micas.															
COLOR: rojizo															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">PORCENTAJE DE MINERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MINERALES</td> <td>Matriz(lapilli)</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>Feldespato</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Vidrio</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Micas (biotita)</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>cuarzo</td> <td>10%</td> </tr> </tbody> </table>		PORCENTAJE DE MINERALES			MINERALES	Matriz(lapilli)	48%	Feldespato	15%	Vidrio	25%	Micas (biotita)	2%	cuarzo	10%
PORCENTAJE DE MINERALES															
MINERALES	Matriz(lapilli)	48%													
	Feldespato	15%													
	Vidrio	25%													
	Micas (biotita)	2%													
	cuarzo	10%													
OBSERVACIONES: Muestra Pulverizada															

No. 142-2017

USAC CUNOR

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

TÉCNICO EN GEOLOGIA

Al trabajo titulado:

TRABAJO FINAL DE CAMPO

**GEOLOGIA EN CHIQUIMULA: ANÁLISIS LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DE 20 km²
A ESCALA 1:25 000 EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA CACAHUATEPEQUE,
IPALA**

Presentado por el (la) estudiante:

ELVIS LEONEL GUILLERMO ESPINA

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 26 de Julio de 2017.

Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR



