

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



INFORME FINAL DE TRABAJO FINAL DE CAMPO

**GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: ANÁLISIS PETROGRÁFICO EN LA
FINCA PEDREGAL EL ROSARIO, SAN RAFAEL LAS FLORES.**

NOÉ ELIUD MATÍAS MAZARIEGOS.

COBÁN, ALTA VERAPAZ, SEPTIEMBRE DE 2015

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME FINAL DE TRABAJO FINAL DE CAMPO

**GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: ANÁLISIS PETROGRÁFICO EN LA
FINCA PEDREGAL EL ROSARIO, SAN RAFAEL LAS FLORES.**

PRESENTADO AL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

POR

NOÉ ELIUD MATÍAS MAZARIEGOS.

200842166

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

COBÁN, ALTA VERAPAZ, SEPTIEMBRE DE 2015

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:	Lic. Zoot. M.A. Fredy Giovani Macz Choc
SECRETARIA:	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 PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geol. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJO FINAL DE CAMPO

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

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Inga. Silvia Frine Cortez Bendfeldt

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geol. Luis Gustavo Chiquín Marroquín

ASESOR

Ing. Geol. Sergio David Morán Ical

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-148/2015
21 de abril 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:

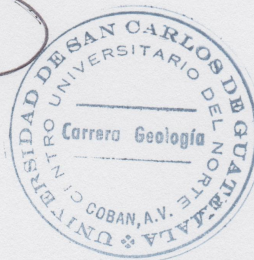
Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel técnico, del estudiante **NOÉ ELIUD MATÍAS MAZARIEGOS**, carné No. **200842166**, titulado: **“GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: ANÁLISIS PETROGRÁFICO EN LA FINCA PEDREGAL EL ROSARIO, SAN RAFAEL LAS FLORES”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'S. David Morán Icaí', written over a horizontal line.

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



c.c. archivo

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: geologiausac@gmail.com

Ref. 15-CG-186/2015
21 de mayo de 2015.

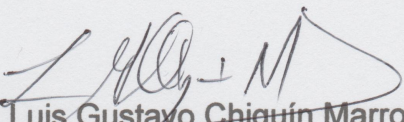
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

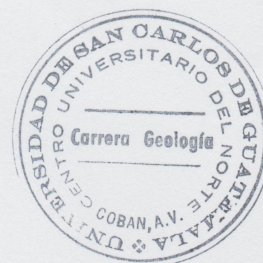
Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **NOÉ ELIUD MATÍAS MAZARIEGOS**, carné No. **200842166**, titulado: **“GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: ANÁLISIS PETROGRÁFICO EN LA FINCA PEDREGAL EL ROSARIO, SAN RAFAEL LAS FLORES”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geol. Luis Gustavo Chiquín Marroquín
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-277/2015
20 de agosto 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:

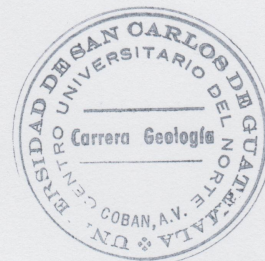
Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: ANÁLISIS PETROGRÁFICO EN LA FINCA PEDREGAL EL ROSARIO, SAN RAFAEL LAS FLORES”**, del estudiante **NOÉ ELIUD MATÍAS MAZARIEGOS**, carné No. **200842166**, el cual ya fue revisado como miembro 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

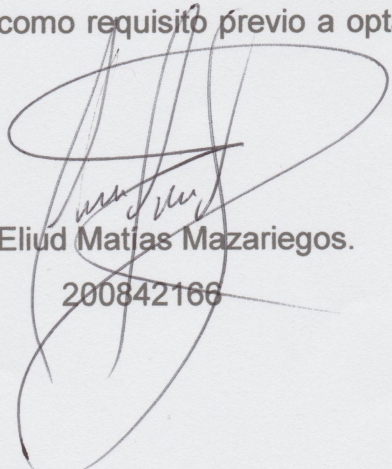
Inga. Geol. Silvia Frine Cortez Bendfeldt
Docente Carrera Geología
CUNOR



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 SANTA ROSA: Análisis petrográfico en la Finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores,** como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Geología.



Noé Eliud Matías Mazariegos.

200842166

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 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios que me ha dado la oportunidad y ha confiado en mí, para cumplir esta meta que hoy se ve culminada.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por ser mi guía por darme la fuerza necesaria para no flaquear ante todas las situaciones que la vida me presenta. A él dedico este trabajo.

MIS PADRES

Noé Isaac Matías Gómez y Ana Consuelo Mazariegos Contreras que siempre se han esforzado y me han brindado su apoyo, su cariño y su amor infinito.

MIS HERMANOS

Edwin (Chino) Alejandra, Lester (Cheche) y mi sobrino Isaac (Bebocho) por mostrarme siempre su apoyo y cariño en toda situación de la vida.

MI FAMILIA

A la familia Matías Medina (Tío Lan, Iza, Abner y Doña Judy) que me han dado sus muestras de apoyo y cariño en todo momento.

AMIGOS

Que durante todo el tiempo que estuvimos juntos, llegaron a ser parte de mi familia. Con ustedes hemos tenido muy buenas lecciones de vida.

A ustedes; Compañeros 2008-2009 (Eduardo, Guayo, Renato, Pancho, Leche, Flow, Chay, Alexs, Ale y Karen) que me han mostrado su amistad comprensión y apoyo en esta etapa de estudiantes.

A la promoción de quinto año 2014 que son lo máximo.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Al CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE, por brindarme la oportunidad de formar y construir conocimientos académicos, que me servirán en la vida profesional que tengo por delante.

LA CARRERA DE GEOLOGÍA

Por abrirme las puertas que me permiten hoy día tener conocimiento del magnífico mundo de la geología.

LOS CATEDRÁTICOS DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA

Por transmitirme conocimientos y experiencias que me servirán seguramente en la vida profesional que tengo por delante.

A MI ASESOR

Ing. Sergio Moran, por guiarme, orientarme y ser el facilitador para culminar esta meta.

MINERA SAN RAFAEL, S.A.

Gracias al departamento de exploración de Minera San Rafael, especialmente a Ing. Brian Browsky, Ing. Manfred San José, Ing. Francisco Díaz, Ing. Luis Laj, Otto García, Glendy Petersen, William Figueroa, Wlateral Yat, Ricardo Tiu, Margarito Recinos, Don Chus, por brindarme apoyo en la realización de mis prácticas de campo y transmitirme su amplio conocimiento en la Geología.

Infinitas gracias

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE MAPAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	vi
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1	El problema	3
1.1.1	Antecedentes	3
1.1.2	Planteamiento del problema	4
1.1.3	Justificación	4
1.1.4	Alcances y límites	5
	a. Alcances	5
	b. Límites	5
1.1.5	Delimitación: espacial y temporal	5
	a. Localización	5
	b. Extensión	6
	c. Accesos	7
	d. Duración y lapso de tiempo	7
1.1.6	Objetivos	8
	a. General	8
	b. Específicos	8
1.1.7	Metodología	8
	a. Etapa de recopilación y análisis bibliográfico	8
	b. Etapa de campo	9

c. Etapa de laboratorio	9
d. Etapa de gabinete	10

CAPÍTULO 2

GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

2.1	Clima y vegetación	11
2.2	Meteorización	11
2.3	Muelos	12
2.4	Drenaje fluvial	12
2.5	Erosión	13
2.6	Relieve	13
2.7	Mapa fisiográfico regional	14

CAPÍTULO 3

TECTÓNICA REGIONAL

3.1	Zona de subducción	15
3.2	Falla del Motagua	16
	3.2.1 Zona de falla Motagua, Jocotan-Chamelecon	17
3.3	Falla de Jalpatagua	18
3.4	Graben de Guatemala e Ipala	19
3.5	Mapa tectónico regional	20

CAPÍTULO 4

ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

4.1	Estratigrafía Mesozoica	21
	4.1.1 Grupo valle de Ángeles	21
4.2	Estratigrafía Cenozoica	22
	4.2.1 Formación Subinal	22
	4.2.2 Grupo Padre Miguel	23
4.3	Columna estratigráfica regional	24
4.4	Historia geológica regional	25

CAPÍTULO 5

LITOESTRATIGRAFÍA LOCAL

5.1	Unidades litoestratigráficas	27
5.1.1	Unidad de capas rojas	27
5.1.2	Unidad de tobas líticas	57
5.1.3	Unidad de tobas riolítica	74
5.1.4	Unidad de dique	80
5.1.5	Unidad de ceniza	85
5.1.6	Unidad de coluvión	87
5.1.7	Unidad de aluvión	89
5.2	COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA	91

CAPÍTULO 6

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

6.1	Alineaciones	93
6.2	Estratificación en capas rojas	96
6.3	Estratificación en tobas líticas	97
6.4	Fracturas	98
6.4.1	Fracturas en capas rojas	100
6.4.2	Fracturas en tobas líticas	101
6.4.3	Fracturas en tobas riolíticas	103
6.5	Grietas de tensión	104
6.6	Fallas	105
6.6.1	Fallas normales	105
6.6.2	Fallas inversas	112
6.7	Elipse de deformación sinestral	115
6.8	Elipse de deformación dextral	116

CAPÍTULO 7

GEOMORFOLOGÍA LOCAL

7.1	Unidades geomorfológicas	117
7.1.1	Unidad de origen denudacional	117
a.	Crestas	118

b. Surcos	119
c. Laderas	120
d. Movimientos de laderas	125
7.1.2 Unidad de origen agradacional	128
a. Abanicos aluviales	129
b. Depósitos aluviales	130
7.2 Mapa geomorfológico local	131

CAPÍTULO 8	
HISTORIA GEOLÓGICA LOCAL Y RELIEVE ACTUAL	133

CAPÍTULO 9	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
9.1 Conclusiones	135
9.1.1 General	135
9.1.2 Específicos	135
9.2 Recomendaciones	140
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXO I Mapa geológico	143
ANEXO II Perfil geológico a-a'	145
ANEXO III Perfil geológico b-b'	147
ANEXO IV Mapa de muestras	149
ANEXO V Descripción de secciones delgadas	151
ANEXO VI Base de datos estructural	159

ÍNDICE DE TABLAS		
1	Coordenadas UTM del área de estudio	6
2	Porcentaje de minerales en conglomerados	31
3	Porcentaje de minerales en areniscas	37
4	Clasificación y código de facies	45
5	Clasificación y códigos de elementos arquitecturales	46
6	Porcentaje mineral en toba lítica	62
7	Porcentajes minerales en toba lítica	64
8	Porcentaje mineral en toba riolítica	79

9	Porcentaje mineral de dique	81
10	Planos de grieta de tensión	104
11	Fallas normales puras	106
12	Fallas normales sinestrales	108
13	Fallas normales dextrales	110
14	Fallas inversas	112
15	Clasificación de laderas	120

ÍNDICE DE MAPAS

1	Localización y extensión del área	6
2	Mapa geomorfológico local	132

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Accesos principales del área de estudio	7
2	Fisiografía de Guatemala	14
3	Bloque Chortís en el territorio de Guatemala	16
4	Elipse de deformación sinestral	18
5	Elipse de deformación dextral	19
6	Configuración tectónica regional de Guatemala	20
7	Columna estratigráfica en el Bloque Chortís	24
8	Diagrama de rosa planos de estratificación	30
9	Diagrama para clasificación de psefitas	34
10	Diagramas ternarios de Pettijohn para areniscas	38
11	Columna estratigráfica de capas rojas	39
12	Principales elementos arquitecturales fluviales	47
13	Ensamble de facies y elementos arquitecturales	48
14	Relación tamaño de grano y diseño de canal fluvial	51
15	Modelo simplificado de facies de abanico aluvial	53
16	Clasificación de abanicos aluviales	54
17	Diagrama de rosa, estratificaciones en tobas líticas	59
18	Diagrama para clasificación de tobas	65
19	Columna teórica de volcanoclasticas	68
20	Ambiente de formación de tobas líticas	72
21	Diagrama de rosa, estratificación en tobas riolíticas	76
22	Diagrama de rosa, dirección preferencial de dique	81
23	Columna litoestratigráfica local	91

24	Diagrama de rosa, orientación de alineaciones	94
25	Mapa de alineaciones	95
26	Diagrama de rosa, estratificación en capas rojas	96
27	Estereograma de polos de estratificación	97
28	Roseta, estratificaciones en tobas líticas	98
29	Roseta en fracturas	99
30	Diagrama de rosa de fracturas en capas rojas	101
31	Diagrama de rosa fractura en tobas líticas	102
32	Diagrama de rosa fractura en tobas riolíticas	103
33	Planos de grietas de tensión	104
34	Falsillas de fallas normales puras	107
35	Falsillas de fallas normales sinestrales	109
36	Falsilla de fallas normales dextrales	111
37	Falsilla de fallas inversas puras	113
38	Mapa estructural de la zona de estudio	114
39	Elipse de deformación sinestral	115
31	Elipse de deformación dextral	116
32	Diagrama de rosa fractura en tobas riolíticas	103
33	Planos de grietas de tensión	104
34	Falsillas de fallas normales puras	107
35	Falsillas de fallas normales sinestrales	109
36	Falsilla de fallas normales dextrales	111
37	Falsilla de fallas inversas puras	113
38	Mapa estructural de la zona de estudio	114

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Afloramiento de capas rojas	28
2	Contacto de capas rojas y tobas líticas	29
3	Fragmento de líticos y cuarzo	32
4	Fragmento, extinción y textura de conglomerado	33
5	Secuencia de facies y paquete de areniscas	35
6	Afloramiento de tobas líticas	57
7	Estratificación y alteración en toba lítica	60
8	Tamaño de grano en toba lítica	61
9	Lítico inmerso en matriz y textura piroclástica	62
10	Relicto de plagioclasas, cristal de olivino y fragmento lítico	63
11	Minerales presentes en tobas líticas	64
12	Afloramiento de tobas riolíticas	74

13	Afloramiento de tobas riolíticas bandeadas y alteración argílica	75
14	Afloramiento de tobas riolíticas quebrada los tanques	77
15	Sección delgada toba riolítica	78
16	Pulverizado de toba riolítica	79
17	Afloramiento de dique	80
18	Fenocristal de plagioclasa	82
19	Macla y asociación mineral de plagioclasas	83
20	Epidota y microtextura acicular en dique	84
21	Afloramiento de ceniza, Finca el corral	85
22	Espesores de ceniza	86
23	Unidad de coluvión	87
24	Coluvión en aldea la minas, Rio El Dorado	88
25	Unidad de aluvión en rio las minas	89
26	Aluvión en quebrada los tanques	90
27	Planos de fractura en capas rojas	99
28	Disposición y relación de fracturas en capas rojas	100
29	Afloramiento de tobas líticas	102
30	Fracturas en tobas riolíticas	103
31	Plano de falla normal	106
32	Plano de falla normal sinistral	108
33	Fallas inversa	112
34	Elemento geomorfológico cresta	118
35	Elemento geomorfológico surcos	119
36	Ladera suave	121
37	Vista oeste ladera suave	122
38	Ladera con pendiente inclinada	123
39	Ladera con pendiente muy inclinada	124
40	Elemento geomorfológico caída de rocas	126
41	Movimiento de flujos de tierra	127
42	Superficie de ruptura	128
43	Delimitación del abanico aluvial	129
44	Depósitos aluviales	130

RESUMEN

La investigación geológica denominada “ANÁLISIS PETROGRÁFICO EN LA FINCA PEDREGAL EL ROSARIO, SAN RAFAEL LAS FLORES” permitió obtener datos litológicos, geomorfológicos y estructurales, existentes en una área de 6 km², para la elaboración de un mapa geológico, a partir de relaciones espaciales de unidades litológicas identificadas, así como crear modelos estructurales y geomorfológico, con el fin de contribuir a la información geológica a escala 1:25,000 en Guatemala.

Las unidades litológicas identificadas están distribuidas de la más antigua a la más reciente como: Unidad de capas rojas, que conforman el basamento superficial del área de estudio, unidad de tobas líticas, que forman parte del grupo de rocas volcanoclasticas depositadas en la zona, unidad de tobas riolíticas, producto de la actividad eruptiva en las proximidades de la localidad, unidad de diques de composición intermedia, que cortan principalmente a las unidades mas antiguas, unidad de ceniza producto de actividad eruptiva cuaternaria y unidades litológicas recientes constituidas como coluviones de edad cuaternaria y aluviones, que están en constante depositacion en la actualidad.

Estructuralmente la unidad de capas rojas se encuentra estratificada, con planos en dirección Nor-Este, altamente fracturada y afectada por fallamiento de tipo normal, principal mecanismo que las expone en superficie. La unidad de tobas líticas tiene estructuras primarias, como estratificaciones difusas, formadas a partir de depositacion de flujos piroclasticos. También presenta diaclasamiento en zonas, que regionalmente se caracterizan por ser de apertura, producto del máximo estrés de esfuerzos NEE-SWW. Diques se encuentran con habito tabular, orientados en dirección 90/N160, debido a esfuerzos de distensión orientados NE-SW, que crean zonas estructurales de diaclasamiento que funcionan como

escenarios propicios para el emplazamiento de estas estructuras geológicas. El modelo de deformación del área obedece a una cinemática dextral local, con esfuerzos distensivos σ_3 en dirección N039 y esfuerzos compresivos σ_1 en dirección N320.

La geomorfología se ve afectada por procesos geológicos como la tectónica, meteorización y erosión, que vienen a moldear el relieve, generando geoformas de tipo denudacional y agradacional, reflejado principalmente en laderas y planicies producto de procesos erosivos y de depositación.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de investigación titulado GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: Análisis petrográfico en la finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores, se conforma básicamente de nueve capítulos, que siguiendo la adecuada metodología de trabajo y el desarrollo lógico para la obtención e interpretación de datos recopilados, culminó con la elaboración del presente.

En el capítulo 1 se encuentran tópicos como, la pregunta que género esta investigación, el planteamiento del problema, los antecedentes y la justificación de la investigación.

En el capítulo 2 se encuentran aspectos geomorfológicos regionales que afectan al área de estudio en el que se describen características físicas y climatológicas.

El capítulo 3 contiene aspectos como la tectónica regional, que influyen directamente en la micro-tectónica local del área.

Capítulo 4 trata de aspectos litológicos que afectan a la región o en las que el área se encuentra involucrada, se mencionan las formaciones litológicas que se ven directamente relacionadas.

En el capítulo 5 se desarrolla la información litológica obtenida a través del mapeo realizado, también en este capítulo se exponen características particulares de la roca.

En el capítulo 6 se desarrolla la geología estructural local, que consiste en la interpretación adecuada de estructuras primarias como secundarias identificadas en campo, así como una correcta interpretación de datos

estructurales y una acertada propuesta de cinemática (por medio de una elipse de deformación) y dinámica del área.

El capítulo 7 trata sobre la geomorfología local. En este se describe las unidades geomorfológicas observadas en campo y las geoformas características de la misma, clasificándolas dentro de unidades denudacionales y agradacionales según sea su origen.

En el capítulo 8 se correlaciona la litoestratigrafía, geología estructural, geomorfología local con la geología regional para dar una explicación de la historia geológica del área hasta su relieve y conformación actual.

En el capítulo 9 se discuten las conclusiones que responden a los objetivos planteados en la investigación. Además se dan recomendaciones para que la investigación pueda tener un seguimiento investigativo.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1 El problema

La realización de esta investigación surgió a partir de la importancia de la investigación geológica, por lo que a continuación se describe el planteamiento del problema, la justificación del mismo, objetivos, alcances y límites, la metodología, en sí, como se pretendió darle solución al problema.

1.1.1 Antecedentes

Los trabajos realizados con anterioridad en el área de estudio son muy regionales, estos estudios son el mapa geológico a escala 1:1 000,000 del IGN y la hoja topográfica del IGN a escala 1:50,000, se cuenta con un documento de Peterson y Rose donde describen actividades eruptivas y explosivas de la caldera de Ayarza con depósitos de flujos de basaltos riolita y una segunda secuencia de depósitos freato-magmáticos (Volcanoclásticos) en aguas someras¹.

Se cuenta con la tesis de grado “Léxico estratigráfico del bloque Chortí En Guatemala” del Ing. Geol. Edgar Rolando Pérez Bol, en el que hace una recopilación de información bibliográfica de

¹ Rose, W. I; ET all. *An improved age framework for late Quaternary silicic eruptions in northern Central América.*

las formaciones en el bloque Chortí, en la que describe las unidades correspondientes según sus características texturales espaciales y composicionales caracterizando las formaciones por edades²

1.1.2 Planteamiento del problema

¿Cuáles son las relaciones petrológicas, que guardan las unidades litológicas dentro del área de 6 km²?

1.1.3 Justificación

Debido a que en Guatemala la falta de información en cuanto a la geología a detalle es escasa, el municipio de San Rafael Las Flores, no está exento a la necesidad de cartografiado. El cartografiado superficial servirá como herramienta que podrá definir las distintas unidades litológicas, las cuales por su características físicas, composicionales y las deformaciones producidas por la tectónica, permiten que existan lugares en donde estén acumulados depósitos minerales de alta importancia económica; estos pueden ser explotados según sean sus características, concentraciones y la relación espacial que estos presenten a nivel subterráneo y superficial.

La representación de un mapa geológico a escala 1:5,000 servirá como base para que en estudios posteriores pueda hacerse una representación de alteraciones minerales en función de su disposición espacial, que sean indicadoras de yacimientos minerales metálicos para que esta sea una herramienta en la exploración de minerales de importancia económica.

² Pérez Bol, Edgar Rolando. *Léxico Estratigráfico Del Bloque Chortís En Guatemala*. Tesis de Ingeniero Geólogo. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala USAC/CUNOR. Carrera de Geología, 2000.

1.1.4 Alcances y limites

a. Alcances

Lograr determinar la relación espacial que hay entre las diferentes unidades litológicas que están presentes en el área y determinar la historia geológica hasta la conformación del relieve actual.

b. Límites

Se realizara el estudio en rocas que comprenden los periodos del terciario y cuaternario respectivamente, razón por la que la investigación se limita al reconocimiento de eventos geológicos que fueron originadas bajo estos periodos del tiempo geológico.

1.1.5 Delimitación espacial y temporal

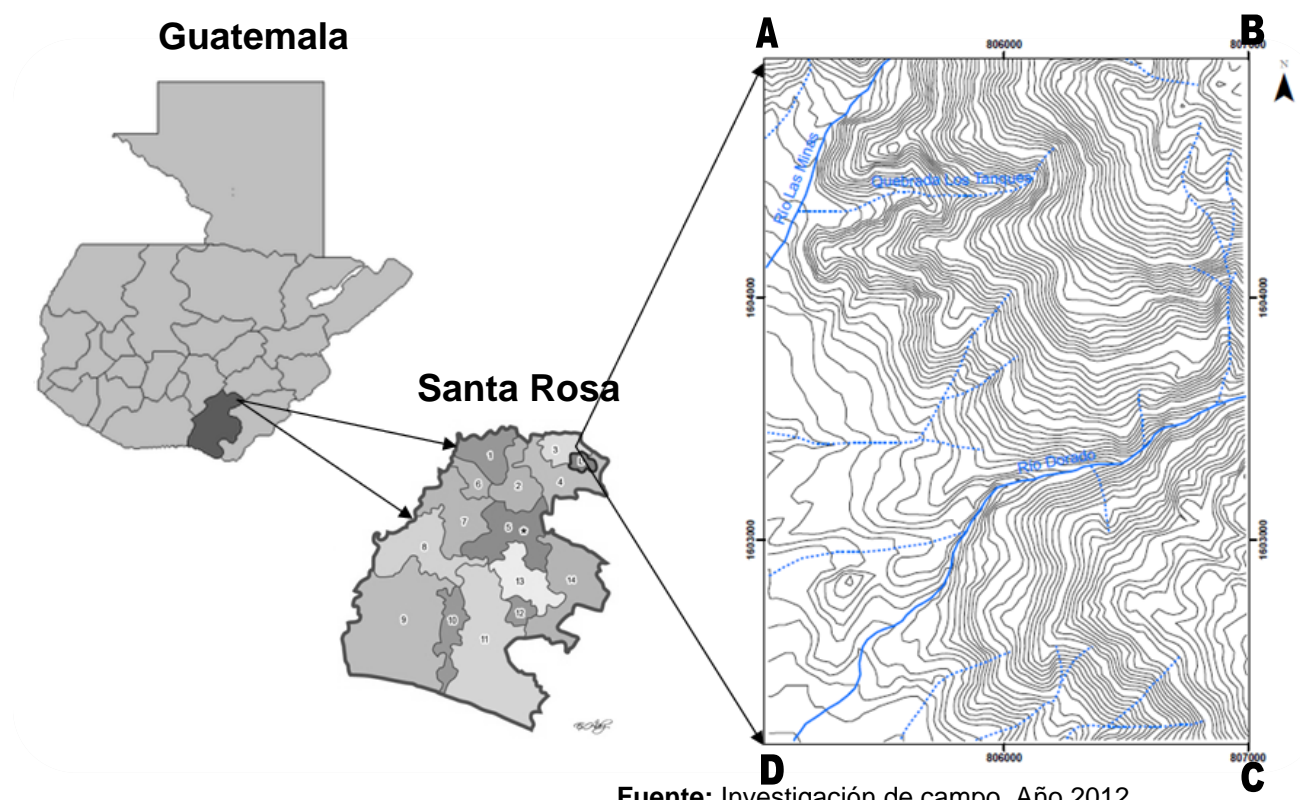
a. Localización

El área de estudio se encuentra ubicada geográficamente entre la división de los departamentos de Santa Rosa, en el municipio de San Rafael Las Flores y el departamento de Jalapa, con el municipio de Mataquescuintla, ver tabla 1.

c. Extensión

Área de 6Km² (Mapa 1).

**MAPA 1
LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA.**



**TABLA 1
COORDENADAS DEL
ÁREA DE ESTUDIO**

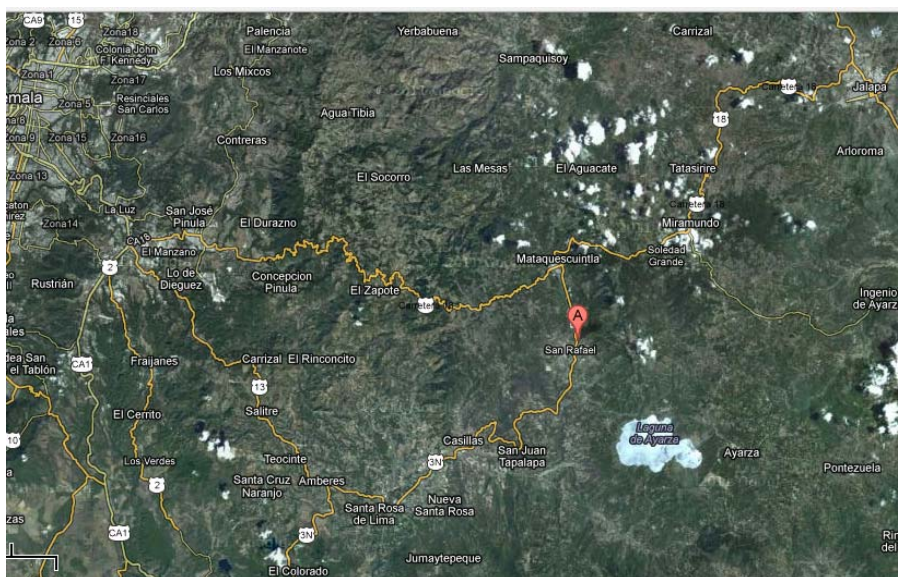
Vértice	Este	Norte
A	805000	1605000
B	807000	1605000
C	807000	1602150
D	805000	1602150

Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

b. Acceso

El área se encuentra ubicada al NE de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, se puede tener acceso por medio de la carretera CA18 y CA9 a CA19 ambas asfaltadas, con una distancia de 120km entre la Ciudad de Guatemala hacia el municipio de San Rafael Las Flores y 250km aproximadamente entre la Ciudad de Cobán al área de estudio (Figura 1).

**FIGURA 1
ACCESOS PRINCIPALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: Google earth - © 2012. Google.

c. Duración y lapso de tiempo de la investigación

Se tiene 1 año para la realización del estudio que comprende 1 mes y medio de etapa de campo y el resto es para la elaboración del informe final. Comprende desde el 1 de febrero 2012 al 30 de enero 2013.

1.1.6 Objetivos

a. Objetivo General

Analizar la geología de un área de 6.0 km² en las cuales se incluyan aspectos litológicos, de geología estructural, y geomorfológicos, en el municipio de San Rafael Las Flores.

b. Objetivos Específicos

Describir las características petrográficas así como las relaciones espaciales que tienen las unidades litológicas y su distribución.

Analizar los aspectos petrográficos a nivel de sección delgada.

Proponer el modelo del área que incluya la litología, la geología estructural y la geomorfología.

1.1.7 Metodología

a. Etapa de recopilación y análisis bibliográfico

Esta fase consistirá en la recopilación de información para la realización del estudio, la cual incluye elementos importantes como textos bibliográficos, artículos, presentaciones, hojas topográficas y geológicas, fotografías aéreas, la realización de un mapa de alineaciones y un mapa topográfico base a escala 1:2000, e información de la web.

b. Etapa de trabajo de campo

En esta etapa se llevará a cabo el reconocimiento de las unidades litológicas, se ha de identificar las principales estructuras geológicas, y las zonas con susceptibilidad debido a sus altas pendientes, ello a través de recorridos por vías de acceso claves, para la identificación de elementos. La etapa de campo se desarrollará en varios procesos como reconocimiento de campo, caminamientos, mapeo de estructuras en afloramientos etc.

c. Etapa de laboratorio

Culminada la etapa de campo y la correspondiente recolección de muestras, se realizará un análisis más específico de las rocas extraídas, para lo cual se hará uso de criterios mineralógicos, texturales y estructurales de carácter microscópico.

Así mismo el uso de los instrumento de laboratorio, servirán para realizar el análisis petrográfico de las muestra recolectadas en la etapa de campo, con la elaboración de secciones delgadas.

Con una guía de laboratorio de aspectos mineralógicos, texturales, y estructurales a nivel microscópico se clasificara las rocas utilizando tablas de clasificación de rocas ígneas intrusivas y extrusivas respectivamente, para especificar el nombre de la roca.

d. Etapa de gabinete

En esta etapa se llevó a cabo el ordenamiento de datos, interpretación de las unidades litológicas presentes en el área así como también la elaboración e interpretación de cortes geológicos y análisis de los mismos para culminar con la presentación del informe final.

CAPÍTULO 2

GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se localiza en la región fisiográfica Tierras Altas Volcánicas (Imagen 3), una subregión fisiográfica “Zona Montañosa y Planicie Central (Tecpan-Jalpatagua)” y forma parte del gran paisaje “Montañas Volcánicas del Centro del País”, a continuación se describe a detalle las características geomorfológicas del área de estudio.

2.1 Clima y vegetación

El clima representativo en el área de estudio al noreste del municipio de San Rafael Las Flores, es a grandes rasgos templado. Pudiendo caracterizar este en a) Clima Humedo y Semicalido con vegetación característica de bosque b) Clima Semi-Seco y Semi-Cálido con vegetación de pastizal y c) Clima Humedo y Templado con vegetación característica de bosque.

En función de estas características climatológicas bien marcadas, la vegetación del área será predominantemente un bosque húmedo subtropical templado, existe abundancia de arbustos y árboles mayores. Debido a las alturas que presenta la zona y a la humedad, las tierras son utilizadas para la siembra de café.

2.2 Meteorización

El área principalmente se encuentra afectada por meteorización física, esto debido a la influencia de vegetación y el tectonismo, factores

que afectan las rocas que se encuentran expuestas. Otro importante factor que afecta a las rocas expuestas en el área, es la abundante cantidad de pendientes que contribuyen con la meteorización y constante erosión.

2.3 Suelos

La serie de suelos presentes en el área de estudio son: Ayarza (Ay), Alzatate (Ae), Pinula (Pi), Mataquescuintla (Mq) y Jalapa (Jl). Los suelos que mayor predominan en el área de estudio son Ayarza y Jalapa⁵

Los suelos Ayarza se encuentran sobre ceniza volcánica. Tienen espesores de una primera capa a 20 cm de la superficie, con una textura franco limoso, coloraciones café oscuro a café grisáceo oscuro. Existe una segunda capa a 50 cm de profundidad, con textura Franco arenoso y coloración café oscura. La serie de suelos Jalapa no se encuentran a gran profundidad, la primera capa está a 10cm de la superficie, y tiene una textura franco arenoso con coloraciones gris oscuro, está mal desarrollado y se encuentran sobre ceniza volcánica o toba⁶

2.4 Drenaje fluvial

En el área a estudiar se encuentra un Río principal, Río El Dorado el cual pertenece a la Cuenca El Dorado. Este tiene un sistema de quebradas y escorrentías que lo abastecen entre ellas una de las más importantes es la Quebrada El Escobal. El Río El Dorado se une al Río San Rafael, que a su vez se conecta con el Río Tapalapa que desemboca al Río Los Esclavos, por lo tanto el área bajo estudio pertenece a la cuenca del río los Esclavos que desemboca en la vertiente del pacífico, existe una cuenca vecina al noreste la Cuenca del Río Ostua-Guija .

⁵ Atlas Temático de la República De Guatemala. MAGA. 2012

⁶ Simmons, Ch. S.; Tarano, J.N. y Pinto, J.H., 1959

El Rio San Rafael como afluente principal tiene un sistema de escorrentías y quebradas que lo abastecen entre ellas podemos mencionar Rio La Mina al norte, al sureste se encuentra Rio El Dorado y al sur, la quebrada Honda, Estanzuela y Rio Los Vados que en conjunto forman parte como ya se mencionó del afluente del Rio Tapalapa.

2.5 Erosión

La erosión hídrica es la más incidente, el Rio Las Minas, Rio El Dorado son los dos principales agentes erosivos teniendo un sistema de quebradas y escorrentías que desembocan en estos, para así erosionar principalmente los suelos y rocas que se encuentran en el área.

El 70% del área es susceptible a la erosión por los espesores de suelos que pocas veces alcanzas espesores considerables en laderas de cerros, el 30% restante se considera con una susceptibilidad baja debido a que se encuentra asociada a zonas boscosas.

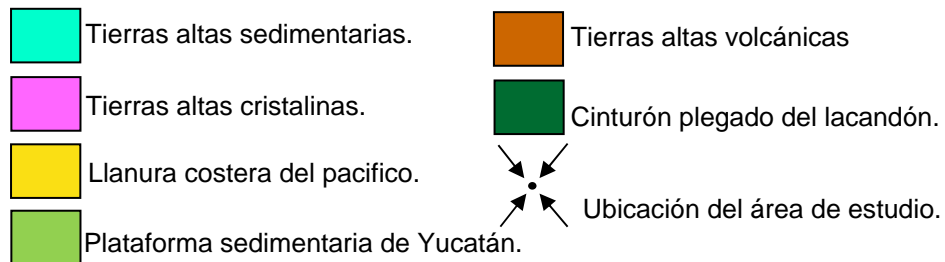
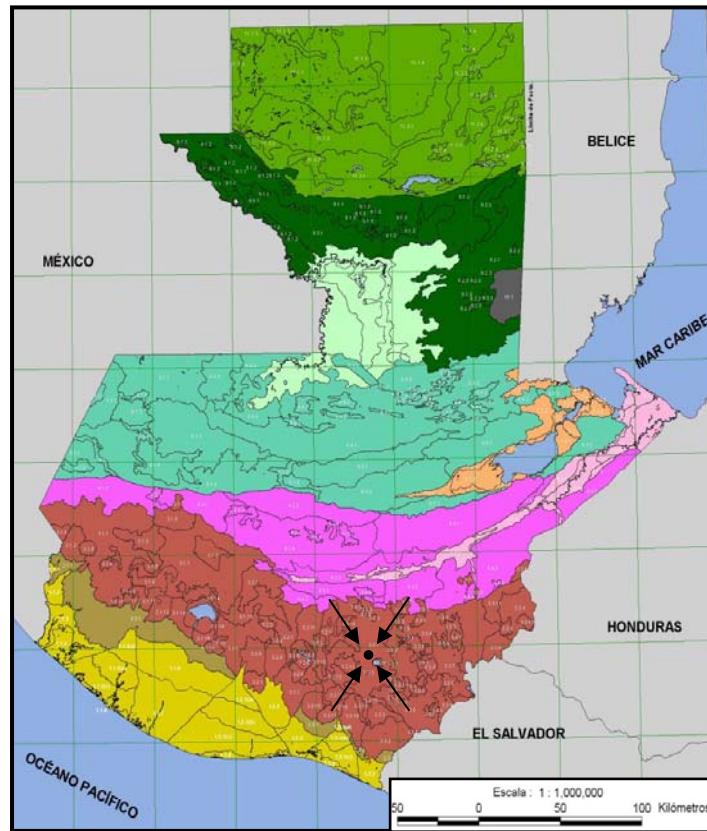
2.6 Relieve

Existe relieve muy variado al Noreste de San Rafael Las Flores, se caracteriza principalmente por tener valles con laderas que tienen pendientes muy fuertes, existen zonas en donde las laderas presentan pendientes mayores a los 50°. Cerros con formas cónicas que sugiere la existencia de antiguos estratovolcanes con alturas mayores a los 2100 msnm.

2.7 Mapa fisiográfico

Según el mapa fisiográfico de Guatemala el área bajo de estudio pertenece a tierras altas volcánicas.

FIGURA 2
FISIOGRAFÍA DE GUATEMALA.



Fuente: Modificado del Mapa del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Año 2 012

CAPÍTULO 3

TECTÓNICA REGIONAL

3.1 Zona de subducción

El área de estudio se encuentra dentro del bloque Chortís de Guatemala, el cual es un bloque aloctono en la región caribeña (Figura 3).

Guatemala se divide en dos grandes bloques, el bloque maya (placa Norteamericana) en la zona norte del país y el bloque Chortís (placa Caribe) al sur del país. El límite entre estos dos bloques origina 3 sistemas de fallas que son de suma importancia las cuales son de norte a sur: sistema de falla Chixoy-Polochic, sistema de falla del Motagua, y el sistema de falla Jocotan-Chamalecón.

El bloque Chortís forma parte de la placa del Caribe, una unidad litosférica independiente entre las grandes placas de Norteamérica y de Sudamérica. En su configuración tectónica regional el bloque Chortís limita con el bloque Maya al NW, con el bloque Chorotega al SE y con la Placa de Cocos, al Sur. La interacción de las placas produce dos localidades de triple unión e intensa actividad tectónica, principalmente en las zonas de falla y la cadena volcánica asociada a la Fosa Mesoamericana (Pérez Bol, 2000)⁵

⁵ Ibid., 6.

desplazamiento de depósitos sedimentarios recientes sugiere un desplazamiento entre 6 y 10 mm por año.

3.2.1 Zona de falla Motagua, Jocotan-Chamelecon

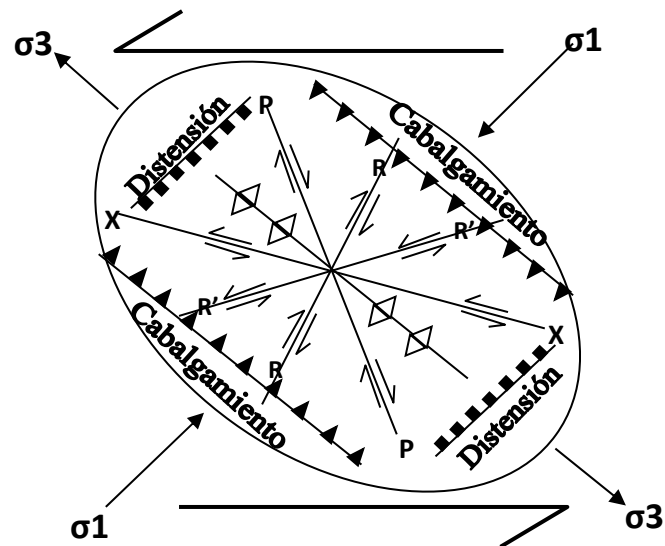
La zona de falla del Motagua se caracteriza por ser una serie de fallas paralelas con Movimientos Siniéstrales (Figura 4), producidos por la triple unión de las Placas Norteamericana, Cocos y Caribe. La región se fragmenta en franjas de bloques en el extremo sur de la Placa de Norteamérica y Norte de la Placa de Cocos.

Esta zona solo posee indicios de movimientos desde el Cretácico. La Falla Jocotan-Chamalecón se encuentra a lo largo del lado sur de la zona de la Falla del Motagua, es el límite entre el terreno extensional y los terrenos no extensionales de América Central.

Su movimiento es enteramente de índole Sinestral y más hacia el oeste de Guatemala se encuentra debajo de una cubierta de materiales volcánicos extrusivos de índole Terciario-Cuaternario por lo que no se tienen evidencias concretas de su continuidad hacia el Oeste.

La zona de falla de Jalpatagua se ubica entre las Fronteras de Guatemala y El Salvador, este segmento de falla posee un fuerte comportamiento de rumbo de índole dextral.

FIGURA 4
 ELIPSE DE DEFORMACIÓN SINISTRAL CONSIDERADA COMO
 EL MODELO TEÓRICO PARA LA ZONA DE FALLA DE MOTAGUA.



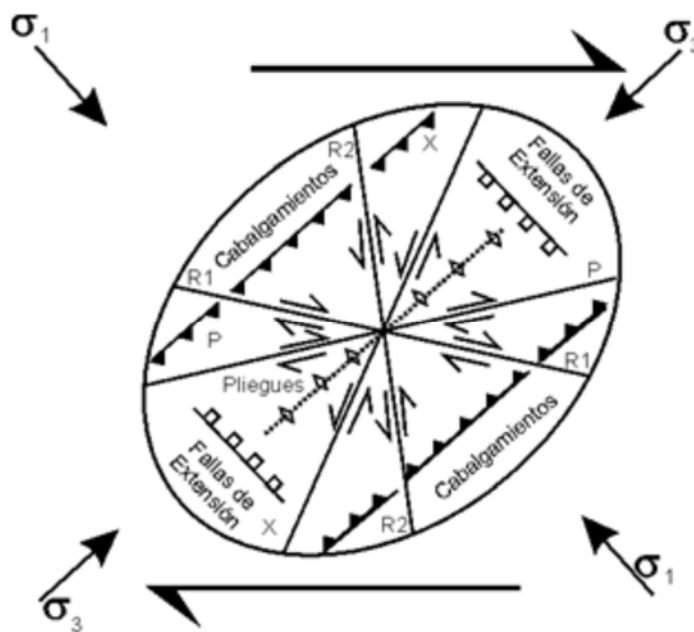
Fuente: Burkart, Burke. *Definición de la falla de Polochic y sistema de falla de Izabal*. Departamento de geología. Texas: CGN, 1 992.

3.3 Falla de Jalpatagua

La falla de Jalpatagua puede remontarse por muchas docenas de Kilómetros a través de los valles largos, rectos al norte de los volcanes de Moyuta y de Tecuamburro por el borde noreste del lago Amatitlán, y lejos en Guatemala occidental. Forma una de las inclinaciones volcánicas más largas del valle suroeste de Jalpatagua; el otro lado es un escarpe empinado que sube casi 400 metros a una superficie de llanura, rellena por recientes flujos basálticos y sedimentos pomáceos.⁶ La falla de Jalpatagua es el único sistema de falla en Guatemala con movimiento dextral (Figura 5) la cual se extiende hacia el Salvador.

⁶ Howel Williams, A.R. McBirney and Gabriel Dengo. *Geologic Reconnaissance of southeastern Guatemala*. University of California Pres Berkeley and Los Angeles. California. 1964. P 52.

FIGURA 5
 ELIPSE DE DEFORMACIÓN DEXTRAL, CONSIDERADA COMO
 MODELO TEÓRICO PARA LA FALLA JALPATAGUA.



Fuente: McClay, K. (1987): *El Mapeo Geológico De Estructuras*; Sociedad Geológica De Londres. Serie De Manuales; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto

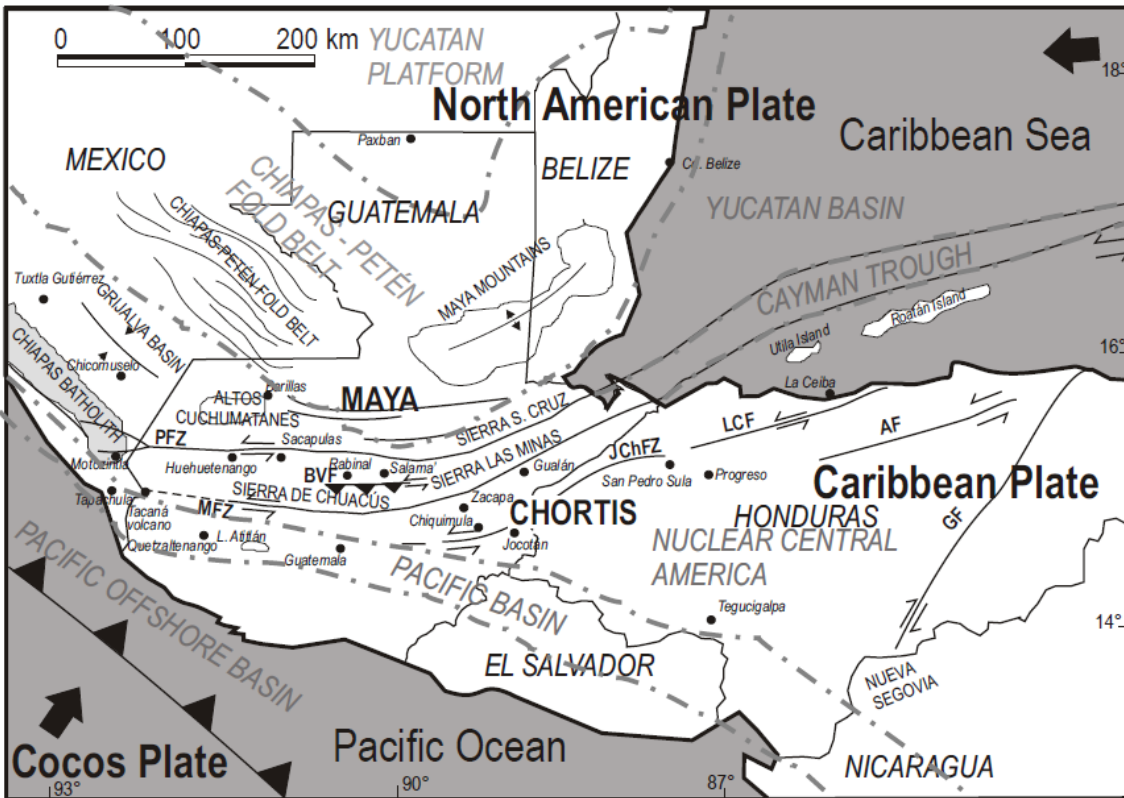
3.4 Graben de Guatemala e Ipala

La apertura de tipo Graben se relaciona con el límite entre los dos segmentos de la Fosa Mesoamericana en América Central y la migración del bloque Chortis a lo largo de la Falla del Motagua – El Sistema de Falla Jocotan-Chamalecón hacia el este. Estos hacen que existan zonas de apertura o extensionales que generan este tipo de formas continuas hasta El Salvador, Nicaragua y el Golfo de Fonseca. Los Grabens de Ipala y de la ciudad de Guatemala, descansan sobre discontinuidades entre los Segmentos de los Bloques, estos son casi perpendiculares con el graben central del Salvador y paralelos a la dirección del Graben Comayagua y el Horst de Cinotepeque. Algunas

fallas de la zona sugieren el carácter de cizallas Riedel relacionados con los movimientos laterales dextrales.”⁷

3.5 Mapa tectónico regional

FIGURA 6
CONFIGURACIÓN TECTÓNICA REGIONAL DE GUATEMALA.



Fuente: Modificado de Ortega-Gutiérrez et al. Año 2012.

⁷ KEPPIE, DUNCAN AND MORÁN-ZENTENO, DANTE J. *Tectonic Implications of Alternative Cenozoic Reconstructions for Southern Mexico and the Chortis Block*, Chapter 14. MIDDLE AMERICAN TERRANES, POTENTIAL CORRELATIVES and OROGENIC PROCESSES. Taylor & Francis Group. Pgs. 254-256.

CAPÍTULO 4

ESTRATIGRAFIA REGIONAL

4.1 Estratigrafía Mesozoica

4.1.1 Grupo Valle de Ángeles

Son rocas siliciclasticas compuestas principalmente por conglomerados, areniscas y lutitas y en una menor proporción compuesta por calizas. En estas unidades predominan 3 niveles de capas:

1. Conglomerados de capas rojas y capas rojas inferiores de grano grueso que descansan concordantemente sobre rocas carbonaticos del Cretácico inferiores (informalmente Grupo Valle de Ángeles Inferior). Estas capas son distintivamente de grano más grueso (conglomerados), variables en cuanto a tamaño, color textura y composición.
2. Secuencia Carbonatica de posición media de edad Cenomaniana gradacionales con capas rojas subyacentes y suprayacentes denominadas Formación Esquías y Jaitique respectivamente. Las rocas de la Formación Esquías son de índole carbonatico argilitico, de presumible edad cenomaniana concordantemente contenida dentro de una secuencia de capas rojas.

Para la formación Jaitique, la secuencia de edad Cenomaniana tipo Carbonática de biomicritas masivas inferiores y caliza lutítica en la parte superior contenidas dentro de capas rojas.

3. Secuencia de capas rojas Superiores de grano fino que localmente son yesíferas, las cuales están discordantemente con estratos Terciarios de Grupo Valle de Ángeles Superior. Estas rocas son de tamaño de grano más fino, consiste en areniscas finas, limonita, lutita y arcillita de color rojo ladrillo, contenida entre ellas una capa de conglomerado de guijarros de calizas redondeadas dentro de una matriz arenosa cuarzosa rojiza con detritos volcánicos, yeso nodular o diseminado en la parte inferior.

4.2 Estratigrafía Cenozoica

4.2.1 Formación Subinal

La “Formación Subinal” de Hirschman descrita para una secuencia de 754m de capas rojas continentales expuestas al sur del valle del Motagua en la parte central del cuadrángulo El Progreso, está compuesta en su localidad tipo por: limonitas, arenisca y conglomerados de caliza en pequeñas cantidades, además incluye tobas y andesita en parte de la secuencia.

Los conglomerados poseen forma de lentes y estructura de canal, los componentes son del tamaño de guijarros bien redondeados y polimicticos. Las lutitas presentan coloración rojo oscuro a café y algunas son verdosas, bien estratificadas y lateralmente más continuas que los conglomerados.

Hacia el SE de Guatemala esta formación está compuesta predominantemente de lutita y lodolita rojiza pálida, café rojizo y gris olivo, arenisca pobremente seleccionada.

Burkart, menciona que en el cuadrángulo Esquipulas, Cerro de Montecristo y Chanmagua la litología está compuesta por areniscas color gris-rosáceo y violeta con abundantes fenocristales de plagioclasas, conglomerados con componentes de andesita, basalto, ceniza riolítica y riodacitas y con contenidos de calizas con fósiles del cretácico.

Crane, en los cuadrángulos Jocotán y Timushan, hace referencia a un cuerpo de capas rojas de 700m de espesor aproximado dividido en tres facies: facie La Puente (conglomerados y areniscas rojas), facie San Antonio Lajas (conglomerado Calizo) y facie San José (conglomerados y areniscas rojas).

En el cuadrángulo Gualan Johnson reporto la presencia de Gasteropodos del genero *Lagunitus* característicos del Eoceno.

4.2.2 Grupo Padre Miguel

Esta formación consiste en una secuencia de rocas volcánicas (ignimbritas y vulcano-sedimentarias tobáceas), esta consiste en dos unidades (inferior y superior), las cuales son ignimbritas, tobas riolíticas, tobas andesíticas, ignimbritas depositadas en agua, lahares, sillares, depósitos menores de sedimentos piroclásticos depositados y flujos entre algunas unidades.

La unidad inferior se caracteriza por tener tobas líticas, de cristales y vítreas, de estratificación masiva, algunas forman

escarpes y están ligeramente soldadas. En la unidad superior se encuentran tobas depositadas en agua; tobas estratificadas, lutitas, areniscas y conglomerado con interlechos de tobas pomáceas sin estratificación, de color blanco, crema y amarillo.

4.3 Columna estratigráfica regional

FIGURA 7
CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA UTILIZADO EN EL BLOQUE CHORTIS PARA EL SE DE GUATEMALA Y EL SALVADOR.

SISTEMAS/SERIES		GUATEMALA SE	EL SALVADOR	
CENOZOICO	CUATERNARIO	Basalto	Basalto	
		Guatemala	Cuscatlán	
	TERCIARIO	Plioceno	San Jacinto	Balsano
		Mioceno	Padre Miguel	Chalatenango
		Oligoceno	Morazan	Morazan
		Eoceno		
MESOZOICO	CRETÁCICO	Subirral	Valle de Angeles	
		Superior	Caliza Sup	
	JURÁSICO	Grupo Yajaja	Grupo Yajaja	
		Metzpan	Metzpan	
	PALEOZOICO	TRIASICO		
PERMIANO		San Diego		
		Superior		
CARBONIFERO	Superior			
	Inferior			
PRE-CARBONIFERO	Las Cuevas			

Fuente: Donnelly, T. Et. Al. *Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. USA: Geological Society of America, 1990. Traducido por Chiquín Y. Mauricio.

Datos palinológicos de Alan Grahan⁸ en una lutita lignítica colectada en el camino a la pista de aterrizaje, 0.5 Km. Al oeste del Río Olopa en el valle de Esquipulas.

4.4 Historia geológica regional

El Bloque Chortis está definido clara y marcadamente al NE por la zona de Falla Motagua y al SE por la fosa Mesoamericana, margen de la placa de cocos.

Contiene la exposición de las rocas metamórficas y rocas pre-Mesozoicas más extensas y ampliamente distribuidas de la placa del Caribe. Las rocas metamórficas expuestas en diferentes áreas son bastante diversas (Complejo las Ovejas y Filita San Diego).

Las rocas Mesozoicas más antiguas son areniscas y lutitas de agua dulce, portadores de restos de plantas del Triásico Tardío-Jurásico Medio (Formación Agua Fría), discordantemente se encuentran areniscas continentales del Cretácico Inferior cubiertas por una secuencia de calizas del cretácico Temprano a Medio. La Parte más gruesa es la secuencia de edad Aptina-Albiana (Grupo Yojoa), mientras que la sección post-Albiana con contenido de capas rojas continentales con intercalaciones locales de caliza y yeso (Grupo Valle de Ángeles, Formación Subinal) son gruesas y extensión considerable. Rocas intrusivas que varían su edad desde el Cretácico medio al Terciario temprano, ocurren a lo largo de orilla sur de la zona de falla del Motagua.

⁸ Alan Grahan, "Studies in neotropical paleobotany. XI. Late Tertiary vegetation and environments of southeastern Guatemala: Palynofloras from the Mio-Pliocene Padre Miguel Group and the Pliocene Herreria Formation" *American Journal of Botany*, vol. 85, No. 10, (1998): p 1409-1425.

El terciario se caracterizó por tener depósitos de capas rojas de posible edad Mioceno a más antiguas, Basaltos y andesitas de edad oligocena posible e ignimbritas riolíticas del Mioceno al Plioceno.

El cuaternario constituido por rocas volcánicas se divide en dos, las rocas que se encuentran paralelas a la cadena volcánica y las asociadas con fallas y Grabens N-S, en cuanto al vulcanismo del cuaternario se puede mencionar que es de tipo Calco-Alcalino, aunque algunas asociadas a fallamiento normal son más alcalinas.

La carencia de formación de rocas entre la parte metamórfica (Precámbricas y Paleozoicas) y la secuencia sedimentaria (Mesozoica) está determinada posiblemente por el levantamiento y emergencia durante el Pérmico hasta el Triásico Tardío. El evento de edad Laramídica de orogenia es evidente el bloque mediante pliegues e intrusivos graníticos.

Durante el Terciario tardío el fallamiento de tipo normal y flujos volcánicos caracterizaron tal vez la migración al E a través de la zona de fallamiento Sinistral de la falla Polochic-Motagua-Jocotan por parte de la placa del Caribe.

CAPÍTULO 5

LITOESTRATIGRAFÍA LOCAL

En este capítulo se expone las principales unidades litológicas identificadas y delimitadas en campo, también se hacen descripciones detalladas acerca de cada unidad litológica, en función de sus características petrográficas identificadas macroscópicamente como a nivel microscópico.

Se muestra las relaciones estratigráficas que existen entre las unidades, como también el tipo de contacto que está entre ellas.

5.1 Unidades litoestratigráficas

A continuación se describirán las unidades litológicas delimitadas en campo mencionándolas de las más antiguas a las más recientes.

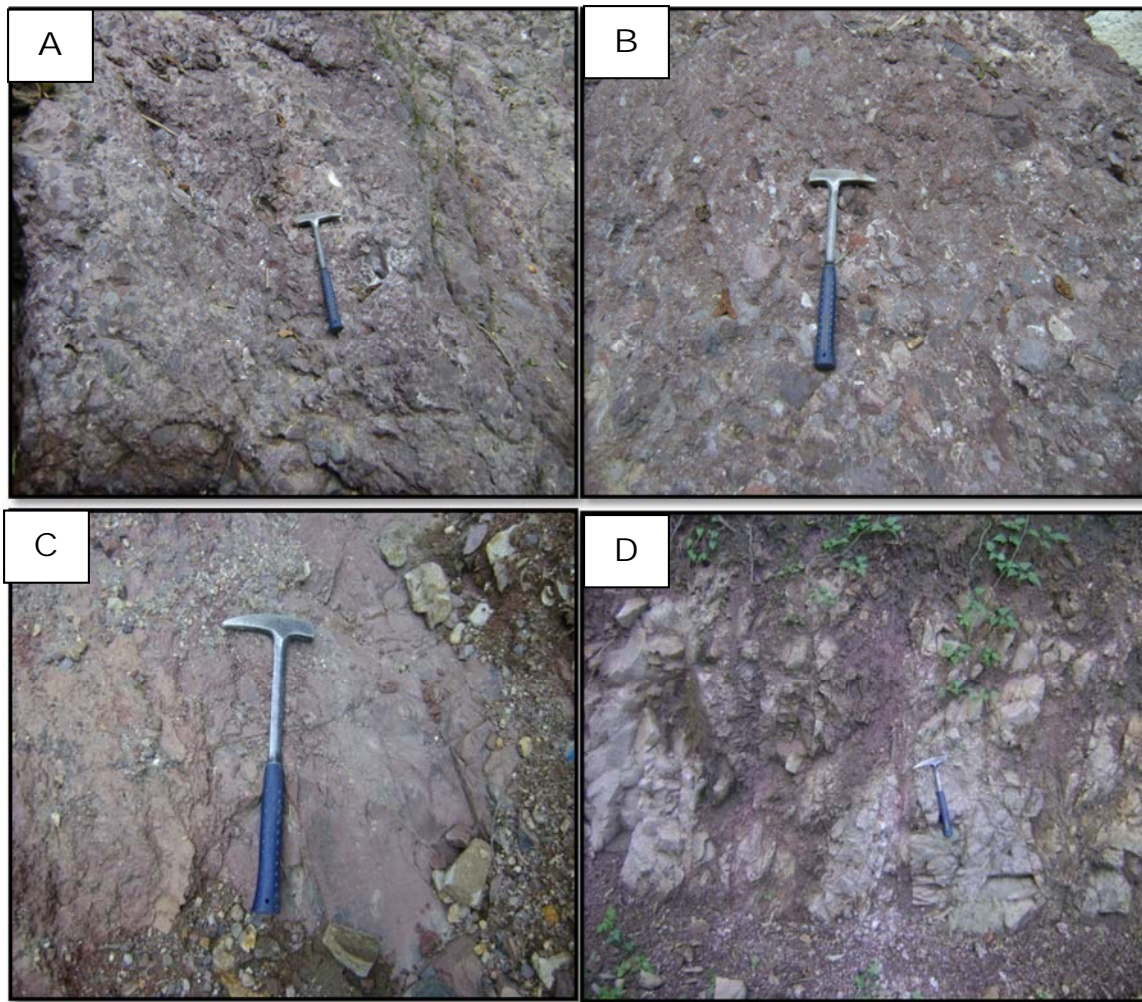
5.1.1 Unidad de capas rojas (cr)

Esta unidad de rocas es de origen siliciclástico (Fotografía 1), se le atribuye el nombre de capas rojas debido a la coloración rojiza que presentan y a la disposición de estratos en la secuencia. Los mejores afloramientos se encuentran al norte de la aldea el Fusillo, (Ver mapa geológico, Anexo 1) en la parte central del cuadrángulo del área de estudio, ocupa aproximadamente 1 km² de área total del mapa, las (cr) están en contacto con la unidad de tobas líticas (Fotografía 2), que se encuentran por encima, con evidencias de una discordancia angular. Afloramientos con estructuras primarias

de estas capas rojas se encuentran ubicadas a orillas del Rio Dorado. Al sureste están aflorando en las coordenadas NAD 27 ZONA 15 $08^{\circ}06'200E$; $16^{\circ}02'200N$ y $08^{\circ}06'600E$; $16^{\circ}02'400N$ respectivamente, (ver anexo 1).

FOTOGRAFÍA 1

AFLORAMIENTOS DE CAPAS ROJAS (CR) A ORILLAS DE RIO DORADO, MUESTRA LAS DIFERENTES FACIES SEDIMENTARIAS DE LA UNIDAD **A**. CONGLOMERADOS CON FRAGMENTOS SUBREDONDEADOS VOLCÁNICOS. **B**. CONGLOMERADO POLIMICTICO CON FRAGMENTOS DE CALIZA Y VOLCÁNICOS INMERSOS EN UNA MATRIZ CON GRADACIÓN EN SU TAMAÑO DE GRANO **C**. AFLORAMIENTO DE ARENISCAS DE GRANO MEDIO **D**. AFLORAMIENTO DE ARENISCAS DE GRANO FINO (CR).



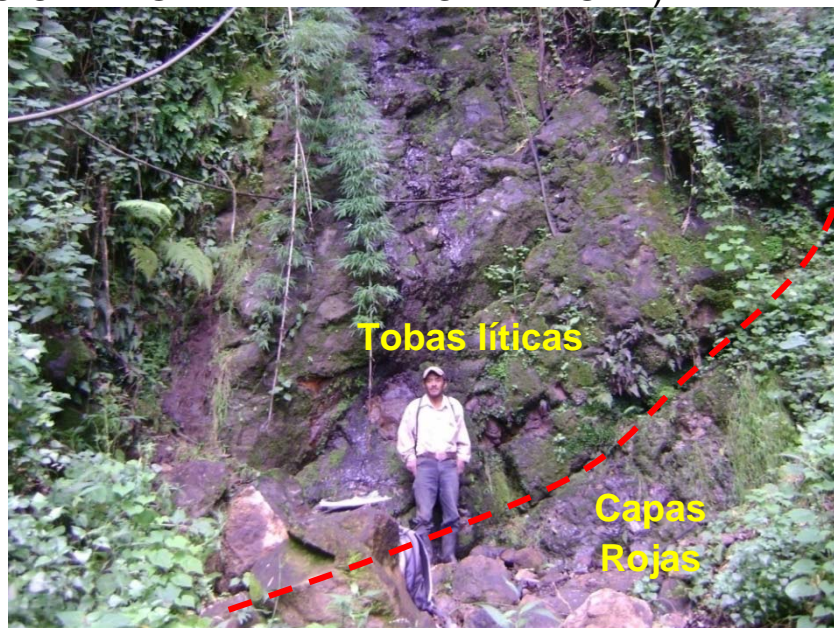
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Las capas rojas se encuentran en contacto discordante con las distintas unidades volcanoclasticas que afloran en el área de estudio, además de estar intruida por un dique de composición diabásico. Conforman la base de la secuencia estratigráfica superficial en el área.

Al este, en la Aldea Rio Dorado se encuentra aflorando sobre la quebrada con el mismo nombre. Las tobas líticas están dispuestas por encima discordantemente (discordancia angular), que dispone a las tobas líticas sobre esta unidad. Como se muestra Fotografía 2.

FOTOGRAFÍA 2

CONTACTO ENTRE CAPAS ROJAS Y TOBAS LÍTICAS, LA SECUENCIA DE TOBAS SE ENCUENTRA DISPUESTA ENCIMA DE LA UNIDAD (CR), EL CONTACTO ES DISCORDANTE CON ORIENTACIÓN DE ESTRATIFICACIÓN DE (CR) N270/60 (SISTEMA DE MEDICIÓN REGLA DE LA MANO DERECHA).



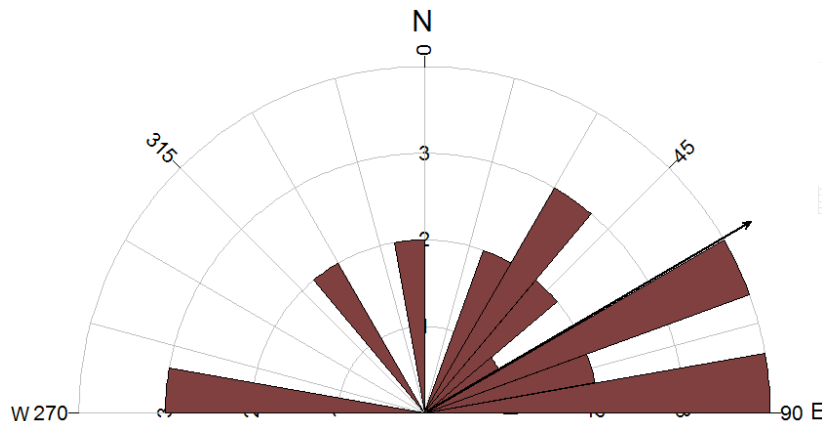
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

En la base de la secuencia siliciclástica de (cr), se encuentran conglomerados polimicticos mal clasificados, con contenido de

clastos volcánicos, calcáreos y (+/-) metamórficos. No hay evidencia de contenido fósil en clastos calcáreos. En esta facies se encuentran estratos, que varían su espesor entre 0.80m-3.5m o mayor, al punto que en localidades no hay evidencia de estratificación. La roca se encuentra meteorizada en grado III.

Tienen una madurez textural baja a media, con un buen grado de consolidación. La disposición de su estructura primaria (Estratificación) se encuentra dispuesta al NEE (Figura 8) y una segunda familia con orientación WNW que presume plegamiento en estas rocas.

FIGURA 8
DIAGRAMA DE ROSA, DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE PLANOS DE ESTRATIFICACIÓN.



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

Los clastos están inmersos en una matriz oxidada de coloración rojiza a café claro, con textura “matriz soportada” que grada su tamaño de grano de limos a arena fina (Fotografía 1. A-B). En la matriz hay presencia de carbonatos, fragmentos de cuarzo (Fotografía 3) y vetillas de calcita en su composición.

La secuencia es grano-decreciente debido a que en el estrato disminuye el tamaño de grano. Los clastos varían entre 2 a 6 cm

(guijarros), de fragmentos volcánicos, clastos de calizas, cuarzo y rocas metamórficas. El porcentaje de matriz en los conglomerados define la génesis del conglomerado, para los descritos en este estudio se caracterizaron como ortoconglomerado extraformacional.

Poseen clastos con baja esfericidad y baja a media madurez textural, debido a que sus clastos están de sub-angulosos a sub-redondeados (Fotografía 1 “A-B”).

Microscópicamente hay presencia de cuarzo y fragmentos líticos ricos en sílice (Fotografía 3), que tienen bordes redondeados por lo que se asume que es cuarzo de procedencia metamórfica.

TABLA 2
PORCENTAJE DE MINERALES EN LOS CONGLOMERADOS DE LAS CAPAS ROJAS.

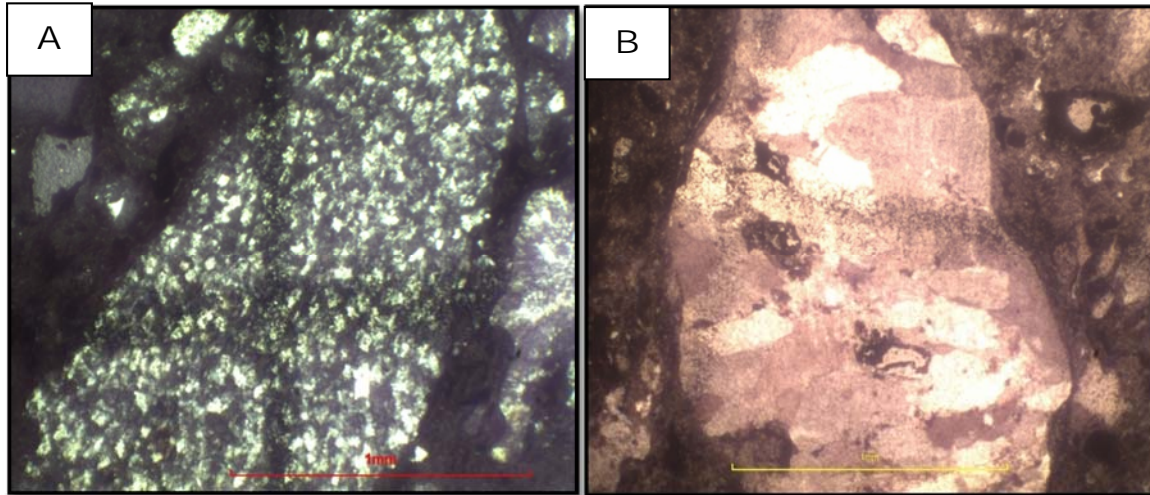
Minerales y otros	% Sección delgada		% Pulverizado
Qz y fragmentos ricos en Qz	10	25	35
Fragmentos líticos	11		17
Feldespatos	6		3
Minerales opacos	5		---
Matriz	43		45

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

Los conglomerados varían el tamaño de grano, de guijas y gránulos de 2mm, con bordes sub redondeados a sub angulosos. La variación del tamaño de grano se presenta dentro del estrato de forma grano decreciente hacia el techo y de forma gradual pasa de conglomerado a arenisca gruesa, a nivel de afloramiento.

FOTOGRAFÍA 3

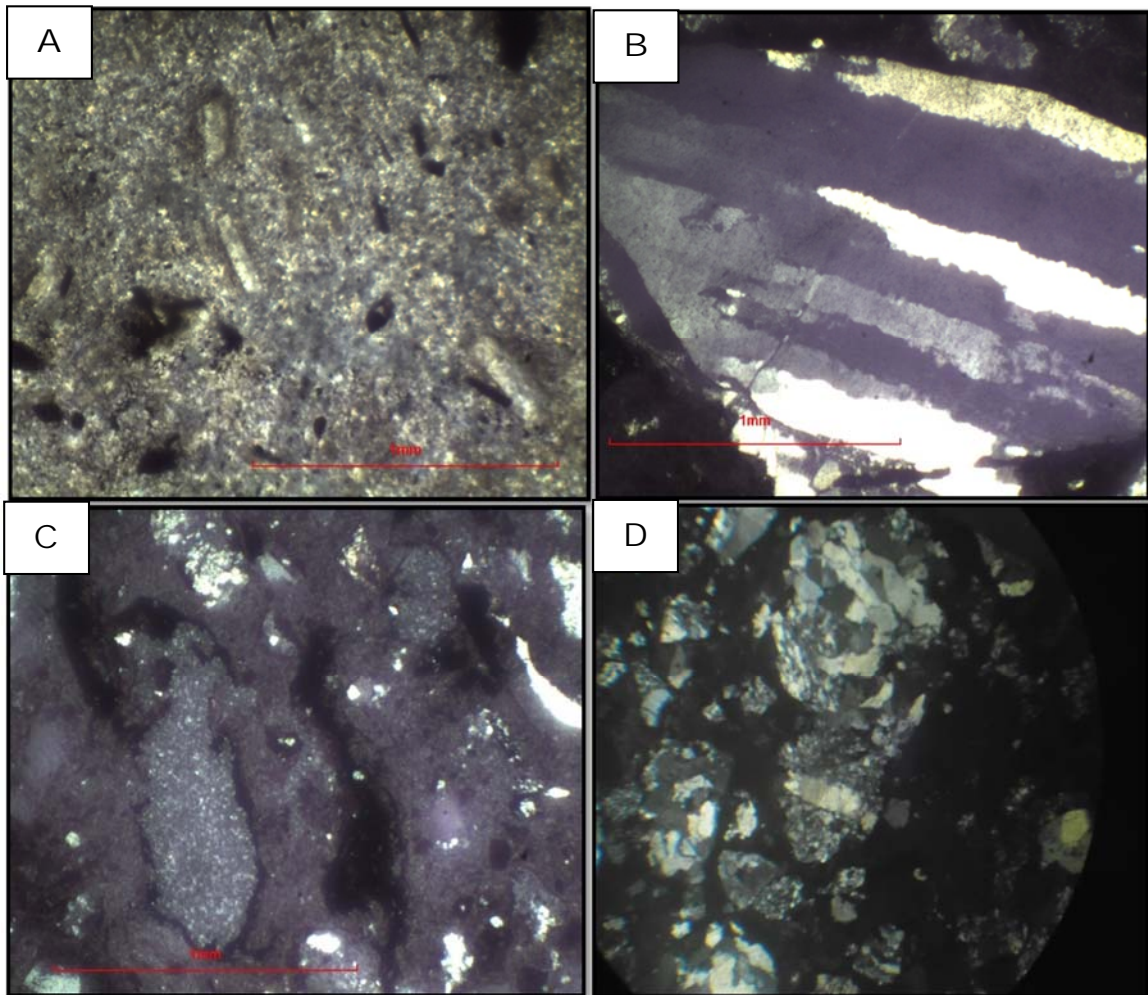
A. FRAGMENTO LÍTICO RICO EN CUARZO (CUARCITA) RODEADO POR FRAGMENTOS DE GRANO FINO DE PROCEDENCIA SEDIMENTARIA (LODOLITA), MUESTRA MATRIZ DE CUARZO MONOCRISTALINO VISTA XPL. **B.** FRAGMENTO DE CUARZO SUBREDONDEADO INMERSO EN UNA MATRIZ DE GRANO FINO TEXTURA MATRIZ SOPORTADA.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

FOTOGRAFÍA 4

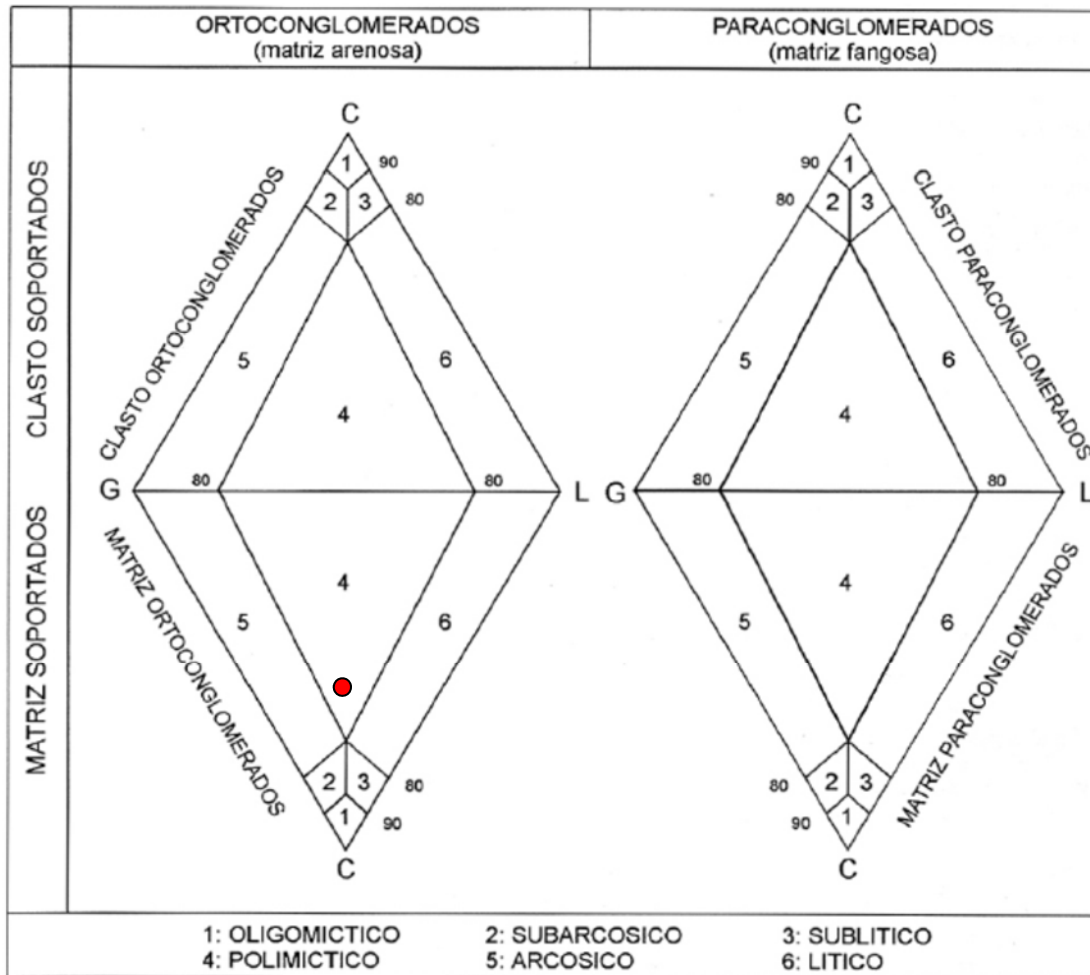
A. FRAGMENTO VOLCÁNICO INMERSO EN CONGLOMERADO, SE OBSERVA RELICTOS DE PLAGIOCLASA, RELLENOS DE ARCILLA Y MINERALES OPACOS EN MATRIZ AFANÍTICA. **B.** EXTINCIÓN DE COLORES DE INTERFERENCIA (EXTINCIÓN ONDULANTE) OBEDECE A ESFUERZOS APLICADOS A LA ROCA, RECAE DIRECTAMENTE EN SUS MINERALES DEFORMÁNDOLOS, SUGIERE QUE ESTE GRANO ES DE ORIGEN METAMÓRFICO. **C.** Y **D.** TEXTURA DE CONGLOMERADO MATRIZ SOPORTADA, SE OBTIENE EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE MATRIZ PRESENTE.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

FIGURA 9

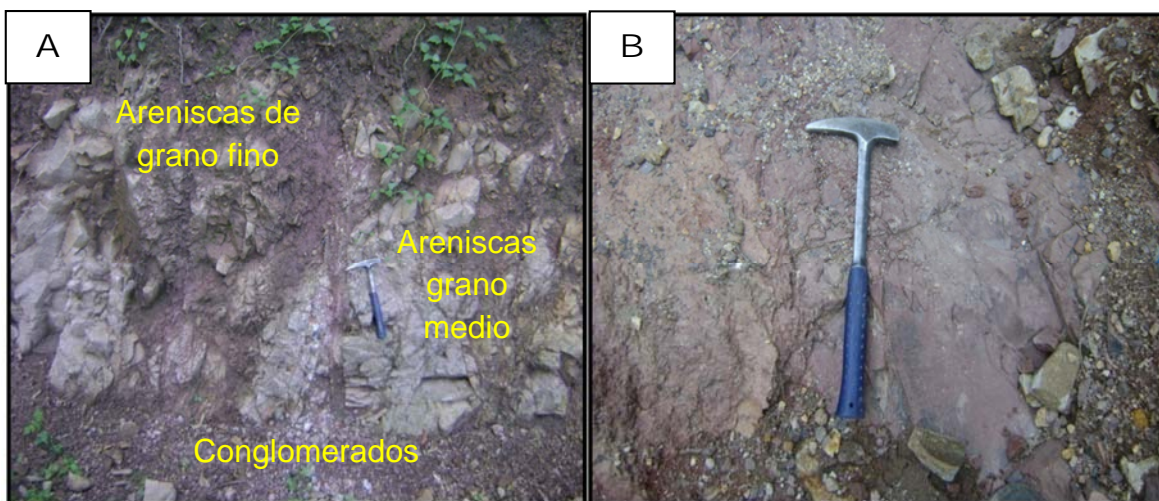
DIAGRAMA TERNARIO PARA CLASIFICACIÓN DE PSEFITAS LIMARINO (1996). EL DIAGRAMA SE ENCUENTRA (C) CUARZO, CHERT Y CUARCITAS. (G) FELDESPATO, GNEIS Y GRANITO Y (L) FRAGMENTOS LÍTICOS DE OTRAS ROCAS.



Fuente: tomado y modificado *Rocas sedimentarias clásticas*, González, Bernardo. Argentina: 2005.

FOTOGRAFÍA 5

A. SECUENCIA DE FACIES DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS DE GRANO MEDIO, Y ARENISCAS DE GRANO FINO TRANSICIONANDO A LODOLITAS CON UN ALTO GRADO DE FRACTURAMIENTO, EROSIONADAS, REACCIONAN CON HCL. **B.** PAQUETE DE ARENISCAS DE GRANO FINO, EL ESTRATO TIENE UN ESPESOR APROXIMADO DE 1 M.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Se disponen encima de las facies de conglomerados, facies de areniscas de grano medio y arriba de estas, facies de areniscas de grano fino en transición a lodolitas (Fotografía 5), por lo que la secuencia es gradual hacia el techo.

Las mejores exposiciones se encuentran al este de la Aldea Los Planes, entre las coordenadas NAD 27 ZONA 15 ⁰⁸06200E; ¹⁶02200N y ⁰⁸06600E; ¹⁶02400N, así como también hay exposiciones a orillas de Rio Dorado en las que se puede observar esta característica textural.

En campo presentan coloraciones que varían entre rojizas parduzcas y marrón (Fotografía 5), esto debido a la presencia de

óxidos y alteraciones hidrotermales (Agilización) que afectan su composición y por ende las características físicas y químicas.

Secuencialmente las (cr) cambian de conglomerados polimicticos a areniscas de grano medio (Litoarenitas) y estas a areniscas de grano fino (Sublitoarenitas) mostrando una “secuencia gradual” típica de un sub-ambiente de canal.

Presentan estratos orientados N250/40N con espesores aproximados que varían de 1 a 3 m, intensamente fracturados y con grado de meteorización III a IV aproximadamente.

Se encuentran en contacto gradual con los conglomerados (Fotografía 5). La exposición superficial de estas rocas se debe a procesos tectónicos y a la intensa erosión.

Texturalmente poseen una media /moderada a alta madurez textural, esto porque tiene fragmentos sub-redondeados a redondeados con baja esfericidad. Los clastos están bien clasificados y contiene una moderada madurez composicional debido a su contenido de cuarzo y líticos. En función de sus constituyentes composicionales las areniscas se puede caracterizar como litoarenitas para las areniscas de grano medio, y sub-litoarenitas para las areniscas de grano fino (Figura 10).

Con un análisis en la lupa bilocular de aumento de una muestra pulverizada de arenisca se determinó el porcentaje mineral de Qz, calcita, fragmentos líticos, feldespatos y arcillas finas (Tabla 3), que conforman la matriz criptocristalina de las areniscas.

TABLA 3
MINERALES OBSERVADOS EN UNA ARENISCA EN LA LUPA DE AUMENTO

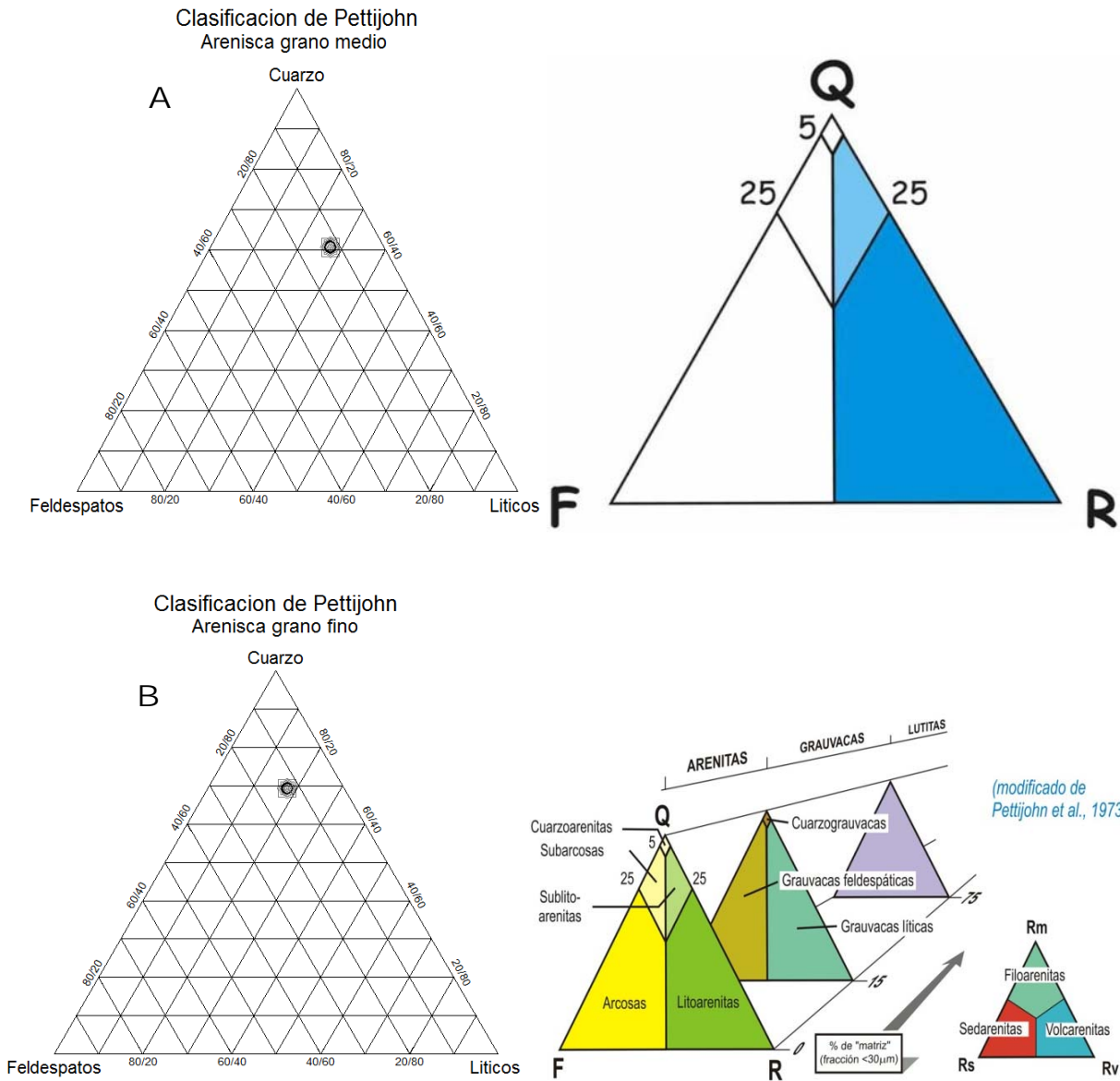
MINERALES Y OTROS	PORCENTAJE
Qz	32
Fragmentos líticos	12
Calcita	10
Feldespatos	6
Matriz	40
Total	100

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

En función de estos datos (figura 10), se grafican en los triángulos de Pettijohn en su clasificación de arenitas. Los resultados arrojan que se encuentran en el dominio de Litoarenitas para las areniscas de “grano medio” a sub-litoarenitas en las “areniscas de grano fino”.

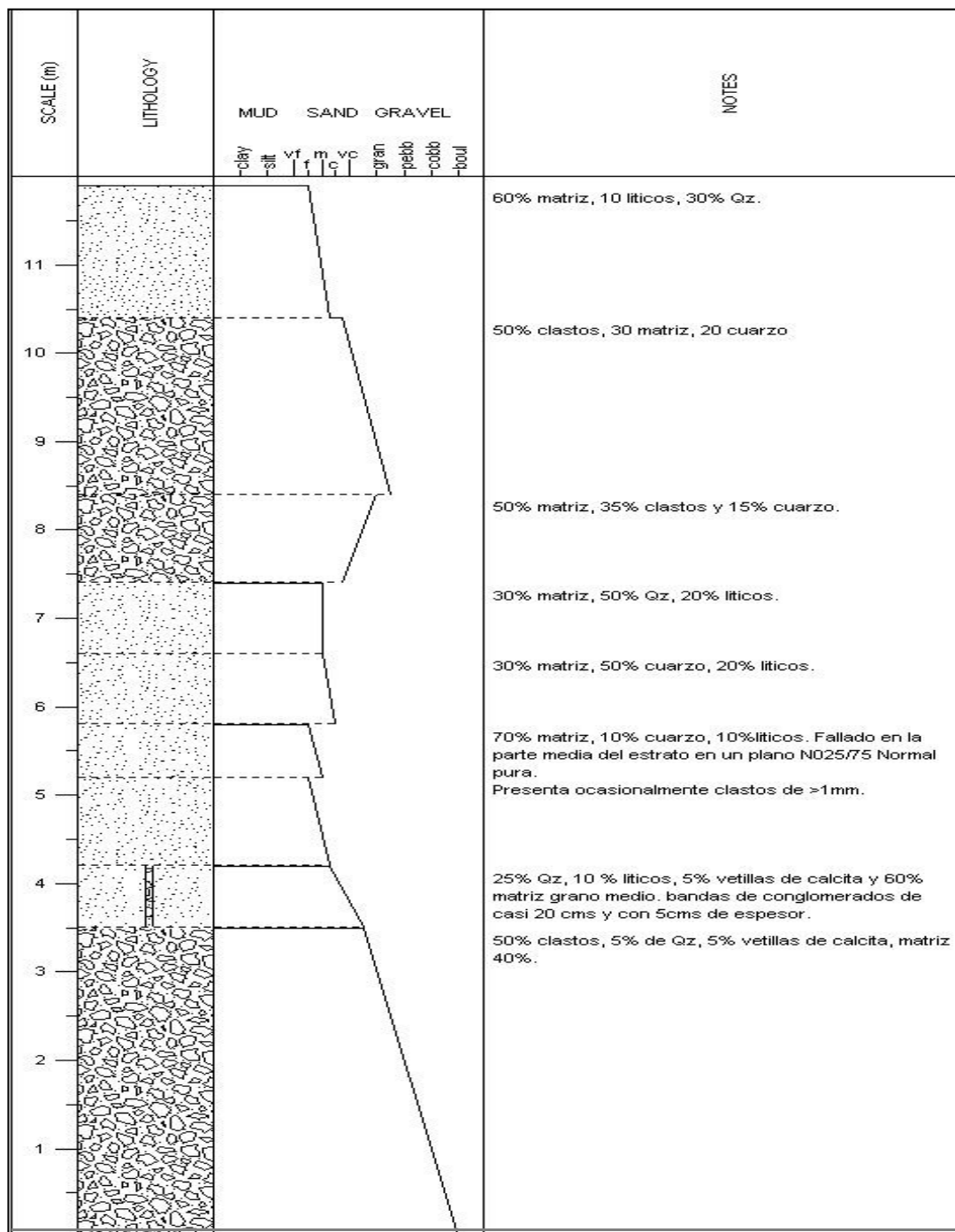
Existe la predominancia de 3 litofacies en la secuencia de capas rojas expuestas en la columna estratigráfica (Figura 11). Litofacies de Gravas evidenciadas por los conglomerados, litofacies de arenas se evidencian en las areniscas de grano medio y litofacies de arenas finas en las areniscas de grano fino y lodolitas. También muestra la variación del tamaño de grano de los estratos.

FIGURA 10
 CARACTERIZACIÓN DE ARENISCAS EN LOS DIAGRAMAS TERNARIOS DE PETTIJOHN. **A.** ARENISCAS DE GRANO MEDIO, SEGÚN SU COMPOSICIÓN Y PORCENTAJE MINERAL Y DE FRG LÍTICOS, SE CLASIFICA COMO UNA LITOARENITA. **B.** ARENISCA DE GRANO FINO LA CUAL SE ENCUENTRA EN EL CAMPO DE LAS SUBLITOARENITAS.



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

FIGURA 11
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE CAPAS ROJAS (CR).



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

a. Modelo de facies

Para la determinación de las litofacies y caracterización de las mismas se tomó en consideración la clasificación de facies hecha por Mial (1978), en donde se determina siete litofacies mayores que ocurren en un sistema de deposición fluvial. Las diferencias son tomadas en base a textura y/o estructura interna de las litofacies que componen los diversos sistemas fluviales que ocurren en un ambiente fluvial.

Las capas rojas descritas en este trabajo presentan dos diferentes tipos de facies (facies de gravas y facies de arenas) por lo que se iniciara caracterizando las litofacies pertenecientes a las facies de grava.

1) Facies de gravas

Los conglomerados pertenecen a facies de gravas, para poder entender mejor su ambiente de formación Miall et, al 1978, caracterizó litofacies correspondientes a sistemas de deposición fluviales, en las que su principal distinción entre ellas es por parámetros como textura y estructura. En el caso de la secuencia de (cr), se encuentran litofacies de grava Gmg (Litofacies de gravas de matriz que grada) y Gmm (Litofacies de gravas, matriz masiva).

Los conglomerados que pertenecen a las litofacies Gmg (Miall, et al. 1978) se distinguen por ser de matriz gravosa que grada en el estrato, compuesta de arenas, limos y arcillas. Presentan más del 40% de matriz en descripción de campo (Figura 11).

En la base de la secuencia, se observan clastos del tamaño de guijarros que van disminuyendo su tamaño al de gravas (secuencia grano decreciente) o gradación de tipo normal, en cuanto a estructuras, presentan estratificación masiva, y las estratificaciones tienen relaciones fuertes, pero no erosivas con las estratificaciones de las areniscas subyacentes. En base a estas características texturales se definió la litofacies Gmg.

Lo más característico de esta litofacies es que presenta textura, clasto soportado en matriz de arenas, limos y lodos. Respecto a sus estructuras primarias tiene estratificación masiva o como ya se mencionó gradación de la matriz y/o clastos. El arreglo de los clastos es caótico, por lo que no presenta imbricación.

Existen marcadas terminaciones laterales, lo que refleja que su formación es debido al proceso de alta resistencia de los flujos de detritos. Los flujos pasivos ocupan la topografía aluvial preexistente, estos flujos pueden depositarse en un canal y asumir la forma del canal preexistente.

Las facies Gmm se caracterizan por no tener alguna estructura dominada por la presencia de clastos, se encuentran mal ordenados y están inmersos en una matriz mal ordenada de arena, limo y arcillas. La estratificación puede ser masiva.

No hay presencia de un arreglo o disposición de clastos (imbricación) aunque algunos clastos pueden estar

dispuestos horizontalmente. Los estratos de estas litofacies tienen relaciones fuertes pero no erosionables con estratos subyacentes.

Las características reflejan que las litofacies son formadas por procesos de flujos de escombros de alta resistencia. Los flujos pasivamente ocupan la topografía aluvial preexistente rellenándola y adoptando una forma canalizada, estos son lobulados en vista en planta porque tienen la fuerza interna, que los desarrollará lobulados, márgenes convexos-hacia arriba. Suelen tener terminaciones laterales agudos.

2) Facies de arenas

Dentro de la secuencia siliciclásticas de capas rojas se encuentran depositadas en la parte superior areniscas que varían el tamaño de grano de gruesas a medio. Se considera que estas rocas pertenecen a facies de arenas y en su arreglo de facies presentan dos diferentes tipos (**Sm** y **Sh**) caracterizadas en función de su textura y su estructura interna como ya se ha mencionado (Miall, et al 1978).

Las areniscas de grano grueso presentan facies de tipo **Sm**, que son de arenas finas a muy gruesas y las principales características es que la estratificación puede aparecer masiva, si la meteorización no expone la laminación.

Estas podrían mostrar gradación, o mostrar una muy débil e irregular laminación. Estos estratos son los depósitos de flujos de gravedad de sedimentos. Tales estratificaciones son de depósitos de flujos gravitacionales. Una característica

que ocurre en estas facies es en pequeños canales resultado de los colapsos de bancos de material.

Las texturas masivas pueden ser producidas por modificación pos-deposicional por ejemplo por deshidratación o bioturbación. Las débiles estructuras sedimentarias residuales pueden revelar esos orígenes.”

En la secuencia siliciclastica las facies **Sm** representadas por areniscas (litoarenitas) de grano medio a grueso (Figura 13) no tienen una estratificación definida lo cual no cumple con tener estructuras sedimentarias primarias visibles.

Dentro de la misma secuencia siliciclastica y en la parte media-superior (Figura 13) También se caracteriza la facies **Sh** caracterizadas como (litoarenitas). Tipificadas por areniscas de grano medio a fino, sin estructuras primarias identificables.

Tienen gradación normal en su granulometría similar a las facies de grava **Gmg**. Ocurren en diferentes condiciones de quietud y la más importante es la que representa la condición de estratificación del plano superior. Estas facies están dispuestas en la parte media de la secuencia.

Se produce bajo dos condiciones muy diferentes. La más importante es la que representa la condición de estratificación del plano superior, en la transición de flujo subcrítico a supercrítico.

Litofacies **Sh** son de hasta varios metros de grosor, pueden ser depositados en eventos dinámicos individuales, tales como inundaciones, cuando las condiciones de flujo pueden permanecer en la etapa crítica por períodos de varias horas.

La mayor distinción de litofacies **Sh** es por la disposición de planos paralelos de laminación, con lineación de separación (de lo contrario se denominan lineación streaming o lineación primaria-actual) que ocurre en los planos de estratificación. Esta estructura se genera por pequeños vórtices longitudinales en la base de la capa turbulenta interior.

Las facies anteriormente descritas son “**facies Gmg y Gmm**” para los conglomerados (Facies mayores), y “**facies Sm y Sh**” (Facies menores) para areniscas de grano grueso a medio y areniscas de grano medio a fino, respectivamente.

En función de las litofacies mayores y menores se puede interpretar el arreglo de la facies (Tabla 4). La textura, estructuras primarias y el ambiente bajo el cual se formó las litofacies caracterizadas para la secuencia siliciclasticas denominadas en este informe como capas rojas Cr.

Agrupando las distintas facies, se obtiene como resultado el elemento arquitectural (Tabla 5), en el que la asociación o ensamble de facies se desarrolló.

TABLA 4
CLASIFICACIÓN Y CÓDIGOS DE FACIES EN LA SECUENCIA
SILICICLASTICA DE CAPAS ROJAS Y SU RESPECTIVA
INTERPRETACIÓN

CODIGO DE FACIES	FACIES	ESTRUCTURAS SEDIAMENTARIAS	INTERPRETACION
<i>Gmg</i>	Grava matriz soportada	Gradación inversa a normal	Flujos de detritos pseudoplastico (baja resistencia viscoso)
<i>Gmm</i>	Grava masiva, matriz soportada	Gradación pobre	Flujos de detritos plásticos (alta resistencia, viscoso)
<i>Sm</i>	Arena, fina a muy gruesa, puede ser guijarrosa	Laminación horizontal, particionada o de corriente	Flujo de estratificación planar (flujo critico)
<i>Sh</i>	Fango, limo	Masiva, grietas de desecación	Llanura de inundación, canales abandonados o depósitos de cubiertas

Fuente: Tomado y modificado de Miall, 1996.

b. Arquitectura Fluvial.

El término (*Arquitectura fluvial*) se emplea para agrupar la geometría y arreglo interno de los cursos fluviales y llanuras de inundación en una secuencia fluvial. Es el componente de un sistema deposicional que equivale en tamaño (no mayor) a un canal lleno y no menor que una unidad de facies (Miall, et al 1996). Se caracteriza por poseer un distintivo conjunto de facies, geometría interna, forma externa y, en algunas instancias, un perfil vertical.

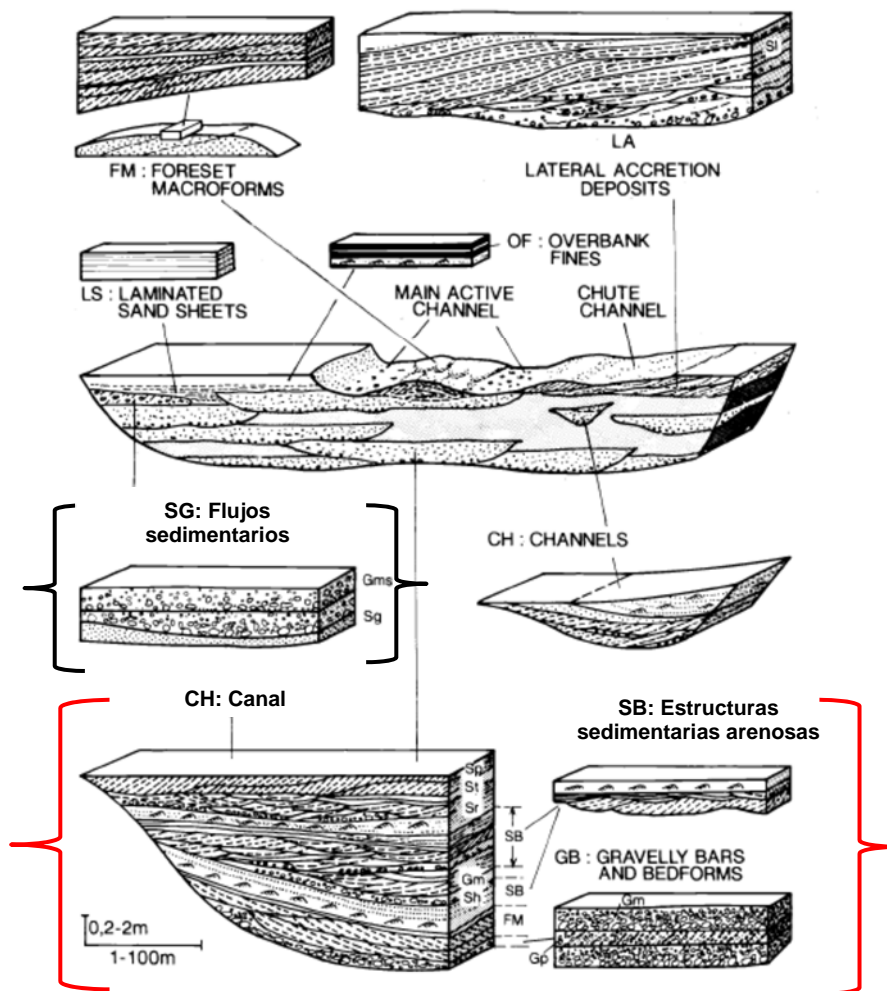
TABLA 5
CLASIFICACIÓN Y CÓDIGOS DE ELEMENTOS
ARQUITECTURALES, SU AGRUPACIÓN DE FACIES, GEOMETRÍA
Y RELACIONES CARACTERÍSTICAS.

SÍMBOLO	ELEMENTO ARQUITECTURAL	CONJUNTOS DE FACIES PRINCIPALES	GEOMETRÍA Y RELACIONES
CH	Canales	Cualquier combinación	Dedos, lentes o capas; base erosional cóncava hacia arriba, escala y forma variable
GB	Barras y estructuras sedimentarias de gravas	Gm, Gp, Gt.	Lentes, plano; usualmente cuerpos tabulares; comúnmente interestratificado con SB
SB	Estructuras sedimentarias arenosas	St,Sp,Sh,Sl,Sr,Se,Ss	Lentes, capas, planos, cuñas, ocurren como rellenos de canales, crevasse splays, barras menores.
SG	Flujos sedimentarios gravitacionales	Gmm, Gmg, Gci, Gcm	Lóbulos, capas, típicamente interestratificado con GB
LS	Arenas laminadas	Sh, Sl; en menor proporción Sp, Sr	Capas, planos
FF	Sedimentos finos de llanura de inundación	Fm,Fl	Planos delgados o gruesos, comúnmente interestratificado con SB, puede llenar canales abandonados

Fuente: Elementos arquitecturales en depósitos fluviales (Modificado de Miall, 1996).

Para el caso de la unidad de capas rojas que afloran en el área de estudio se tienen elementos arquitecturales de canal **CH** en la base de la secuencia, estructuras sedimentarias arenosas **SB** en la parte transicional de la secuencia siliciclástica, y flujos sedimentarios gravitacionales **SG** en la parte superior de dicha secuencia (Figura 13).

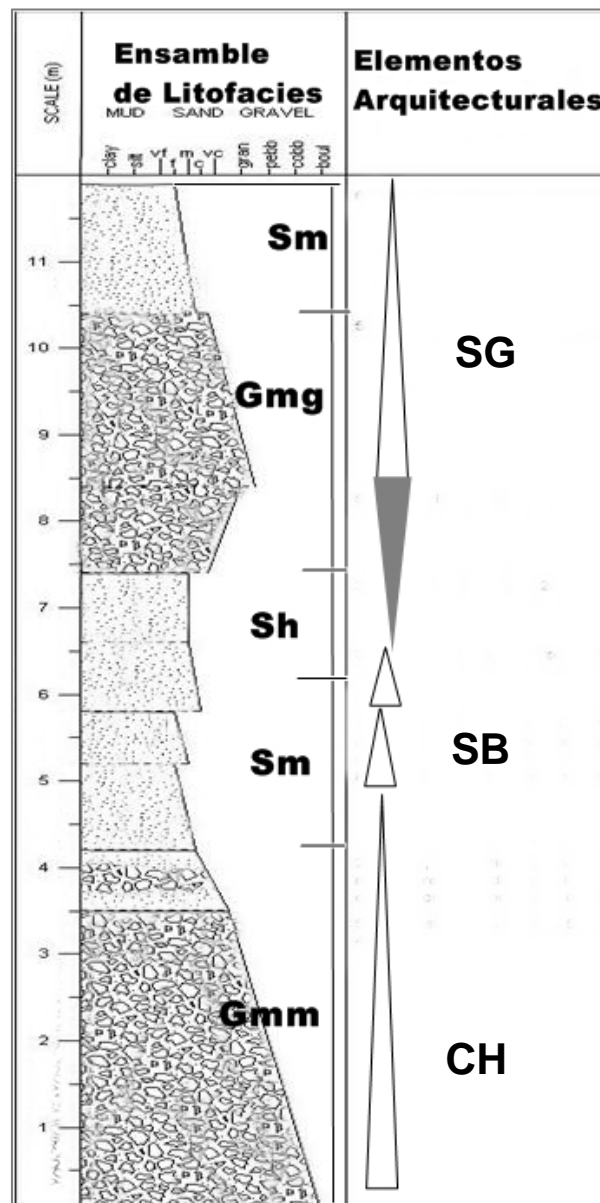
FIGURA 12
 PRINCIPALES ELEMENTOS ARQUITECTONICOS DE DEPOSITOS FLUVIALES DE ACUERDO CON MIALL (1985). CORCHETES EN ROJO Y NEGRO MUESTRAN LOS ELEMENTOS ARQUITECTURALES PARA LA SECUENCIA DE CAPAS ROJAS.



Fuente: tomado y modificado de Einsele, Gerhard. *Sedimentary Basin*. Germany: Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 1992, 36.

FIGURA 13

COLUMNA ESTRATIGRAFICA CON EL ENSAMBLE DE FACIES Y ELEMENTOS ARQUITECTURALES **GMM=** LITOFACIES DE GRAVAS MATRIZ SOPORTADA, **SM=** LITOFACIES DE ARENAS MASIVAS, **SH=** LITOFACIES DE ARENAS DE ESTRATIFICACIÓN O LAMINACIÓN HORIZONTAL, **GMG=** LITOFACIES GRAVA MATRIZ SOPORTADA. ELEMENTOS ARQUITECTURALES **CH=** CANAL, **SB=** ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS ARENOSAS, **SG=** FLUJOS SEDIMENTARIOS GRAVITACIONALES.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

La configuración de facies en una secuencia siliciclastica define el elemento arquitectural (Figura 13) y muestra las condiciones sedimentarias bajo las cuales las facies fueron depositadas. Las litofacies de grava (*Gmg*) representadas por ortoconglomerados polimicticos se encuentra en la parte inferior de la secuencia conformando el elemento arquitectural de canal (*CH*).

El corchete en rojo (Figura 12) muestra la geometria y relacion del elemento arquitectonico de canal (***CH***), con las principales asociaciones de facies.

En este elemento arquitectural, el ensamble de facies tendrá distintas configuraciones, es decir podrán asociarse facies (***Gm, Gmg, Sh, Sm***) en el caso de los siliciclásticos presentes en el área de estudio o en otros arreglos como ya se había mencionado.

Siguiendo la evolución de la secuencia siliciclástica se encuentran facies de arenas (***Sh y Sm***), depositadas arriba de los conglomerados que indican el estado de la cuenca en función de su madurez textural y composicional.

Las arenas toman la forma del canal preexistente (Figura 12 “corchete rojo”) rellenándolo debido al proceso de deposición secuencial. En esta porción de la sección se puede interpretar un elemento arquitectural ***SB*** (estructuras sedimentarias arenosas).

La característica principal de este elemento arquitectural, es que se encuentra rellenando canales como se puede verificar en la columna estratigráfica (Figura 13). En planta tiene formas y

relaciones geométricas que pueden ser como lentes, capas, planos y/o cuñas.

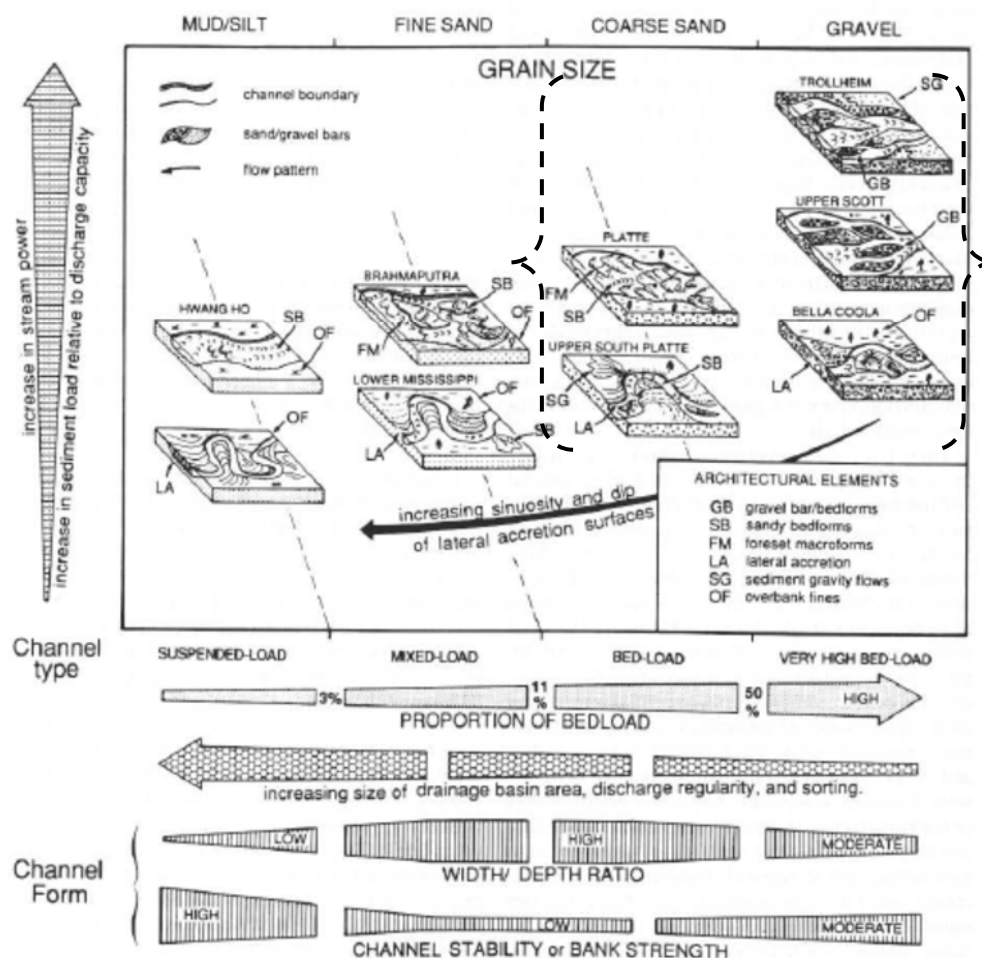
La relación entre el tamaño de grano y el diseño del canal fluvial (Figura 14) para la unidad de capas rojas, muestra que facies de grava pudieron tener menos distancia de transporte que las facies de arena, debido a que el canal tuvo mayor energía para lograr transportar las gravas, esto evidenciado en la subangularidad de los clastos y el tamaño de grano de estas litofacies.

Para las areniscas el canal disminuyó su energía y como resultado hubo aumento en la sinuosidad, esto propició la deposición de las facies de arena.

Las gravas tienen menor distancia de transporte, en relación a las arenas esto debido a su tamaño, a la energía del caudal, a la inclinación del canal que le da energía al cauce y por ende mayor capacidad de erosión (carga en saltación, tracción y/o arrastre, solución y suspensión), menor sinuosidad, profundidades medias y mayor transporte de sedimentos con acumulación en espesores moderados.

El canal al inicio del abanico era más angosto, con alta energía, a medida que este se aproxima a la parte media de la cuenca este se hace relativamente ancho y el flujo de energía del cauce disminuye. Cuando este se aproxima a su parte más distal las dimensiones del canal se hacen mayores es decir este es más ancho, pero la energía del cauce será débil y por ende los sedimentos que transporte serán de la porción de arenas finas a limos (carga en suspensión y carga mixta) formando depósitos de poca profundidad y muy anchos.

FIGURA 14
 RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DE GRANO Y EL DISEÑO DEL CANAL FLUVIAL EL ÁREA EN CORCHETE PUNTEADO MUESTRA LA SECCIÓN EN LA QUE SE ENCUENTRA DESARROLLADA LA SECUENCIA DE CAPAS ROJAS.



Fuente: Tomado y modificado de Miall, Andrew. *Principels of sedimentary basin Analysis*. Germany: Springer -Verlag Berlin Heidelberg, 2000, 202.

El ambiente de formación de la secuencia siliciclástica pertenece a la sección proximal a media del Abanico Aluvial Flujos de escombros dominantes y trenzado fluvial en el abanico "Derbis Flow Dominated Fan & Braided Fluvial Fan" (Figura 16). En la parte proximal de la secuencia el sub-ambiente es Abanico

exterior (Outer Fan) caracterizado como “flujos de hoja y corriente trenzada superficial” que puede desarrollar estructuras en canal (Chanel CH).

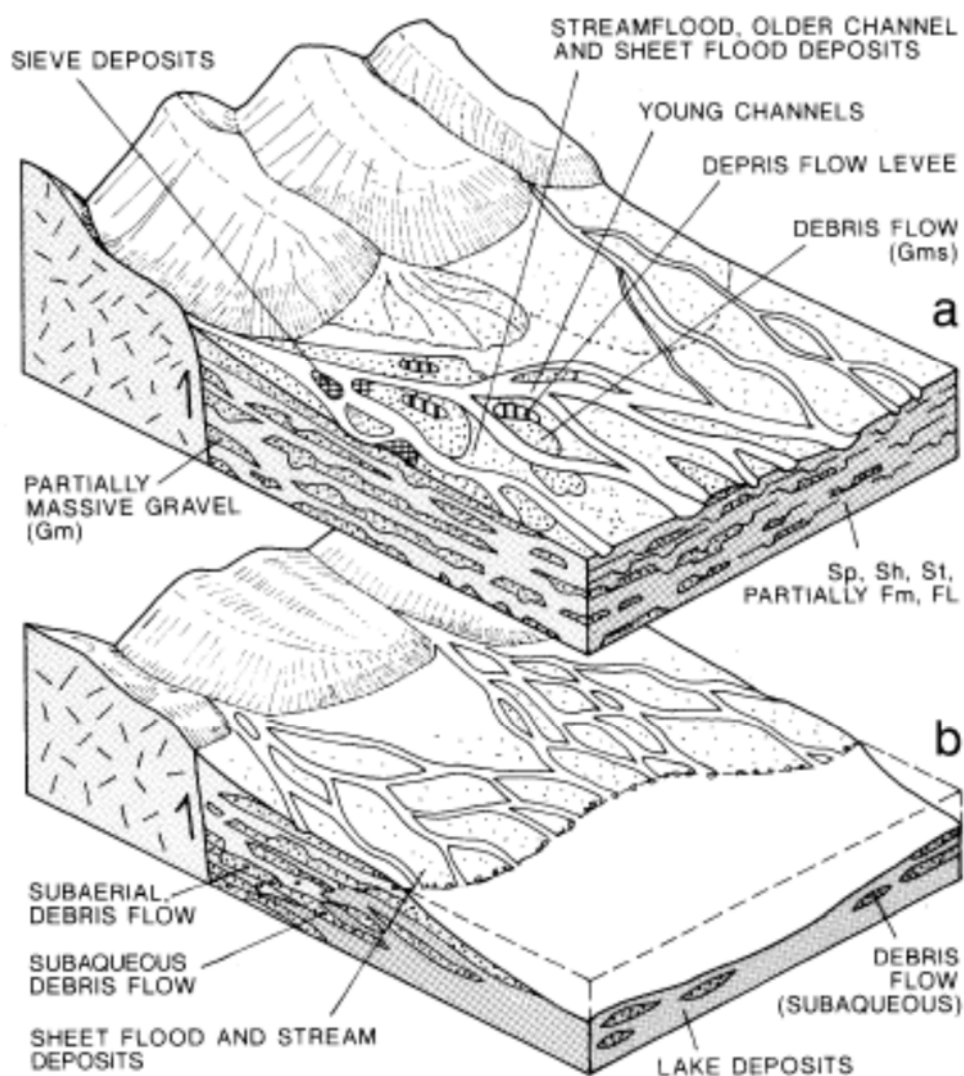
En la parte media del abanico se caracterizan los sub-ambientes inicio del abanico y abanico medio (INNER FAN & MID FAN), donde se desarrollan “bancos de grava longitudinales” (*longitudinal gravel bars*) así como “bancos de grava longitudinales y bancos de arena transversales” (*Longitudinal gravel bars and transverse sand bars*) caracterizados para la secuencia de capas rojas por elementos arquitecturales como estructuras sedimentarias arenosas, (*Sandy sedimentary structures **SB***) que son macroformas con una genética producto del relleno de canal y estructuras de flujos sedimentarios gravitacionales (*Sediment gravity flows **SG***).

c. Potencial correlación

Para realizar un buen contraste, se describirá las características petrográficas de las posibles formaciones que puedan englobar los siliciclásticos de este estudio.

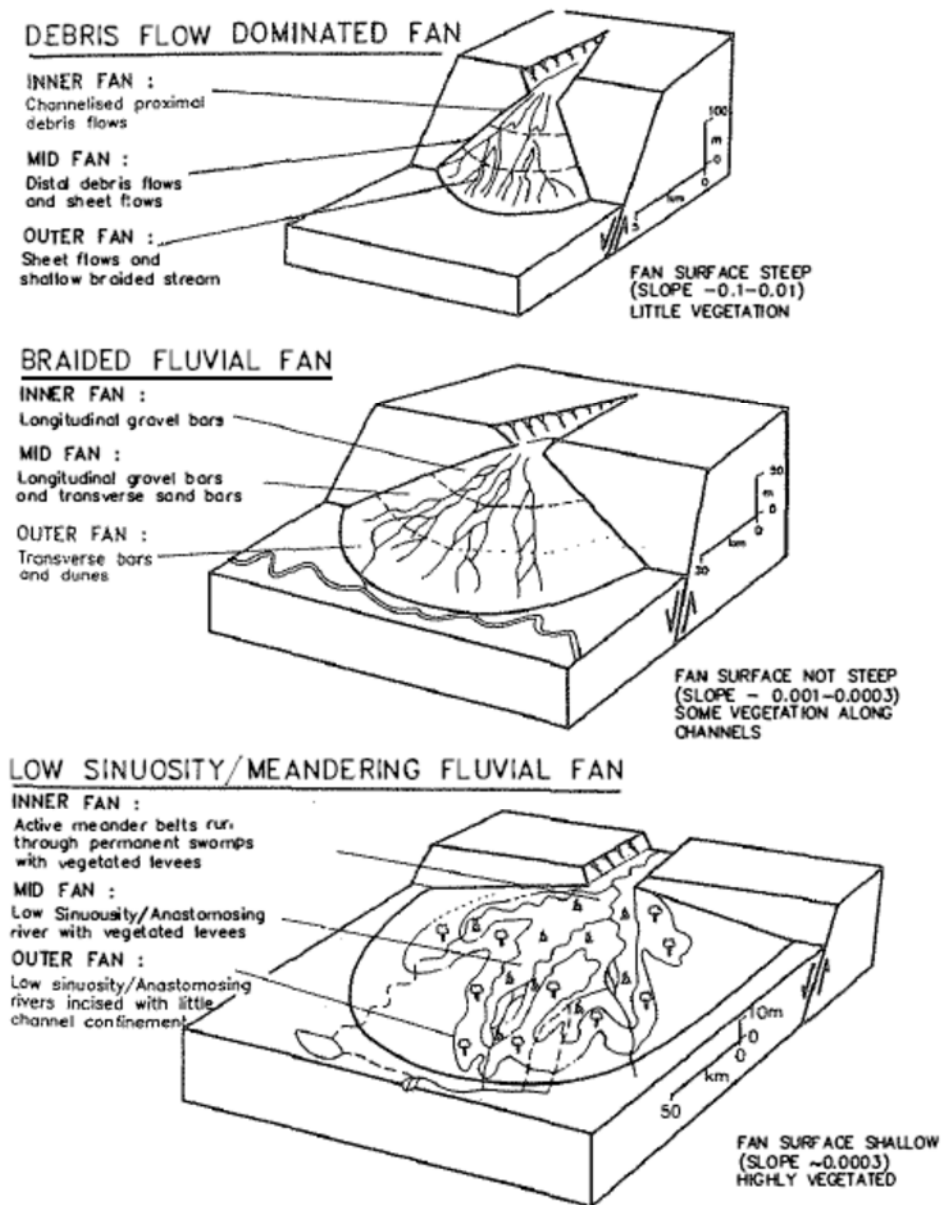
El Grupo Yojoa en su nivel inferior tiene una secuencia siliciclástica conformada por conglomerados y areniscas principalmente de aporte carbonatico con presencia de organismos fosilíferos Miliolidos, la naturaleza de las areniscas son de contenido radiolario o tienden a ser subgrawacas. Algunas se encuentran cubiertas por calizas masivas fosilíferas de la formación Atima.

FIGURA 15
MODELO SIMPLIFICADO DE FACIES DE UN ABANICO ALUVIAL
A) ABANICO ALUVIAL (PARTE PROXIMAL A LA PARTE MEDIA) B)
ABANICO DE UN DELTA.



Fuente: tomado y modificado de Einsele, Gerhard. *Sedimentary Basin*. Germany: Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 1992, 38.

FIGURA 16
 CLASIFICACIÓN DE ABANICOS ALUVIALES EN FUNCIÓN DEL
 DESARROLLO SECUENCIAL EN UNA CUENCA SEDIMENTARIA
 DE STANISTREET & MCCARTHY 1993.



Fuente: The Geology of Fluvial Deposits. Miall, Andrew D. Chapter 8 Fluvial Styles and Facies Models. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 4th edition 2006. Pag. 247.

Los siliciclásticos denominados en este informe como capas rojas (Cr), están compuestos mayoritariamente por sedimentos de tipo volcánicos y en menor proporción sedimentos carbonáticos y metamórficos. La formación Subinal, dentro de su arreglo composicional tiene sedimentos volcánicos de naturaleza intrusiva, que difiere de los siliciclásticos descritos en este estudio, que son de procedencia más efusiva, en cuanto a los sedimentos de origen metamórfico provienen de cuarzo metamórfico, esquistos y gneis (Fotografía 3).

Gutiérrez, Axel (2007) describe afloramientos de unidades siliciclasticas atribuidas a la formación Valle de Ángeles, localizadas al sur de la Falla Jocotan-Chamelecon y las atribuye a la porción superior de la misma secuencia.

Los conglomerados caracterizados en Valle de Ángeles de la porción superior, se caracterizan por tener aporte volcánico (composición acida-básica) en menor porción calizas Albianas-Cenomanianas, filitas grafitosas, cuarzo lechoso y chert. La porción de areniscas Gutierrez (2007), se componen de cuarzo monocristalino, feldespato potásicos, plagioclasas y fragmentos líticos de rocas volcánicas (Basaltos, andesitas, riolitas y tobas vitrocrystalinas) y sedimentarias (arenisca retrabajadas y caliza) dentro de una matriz rica en arcillas.

Estas características petrográficas y sedimentológicas tiene fuertes relaciones con los conglomerados y areniscas descritas en este informe.

En las facies de los conglomerados (Gmm y Gmg), se observan características petrográficas que se asemejan a las

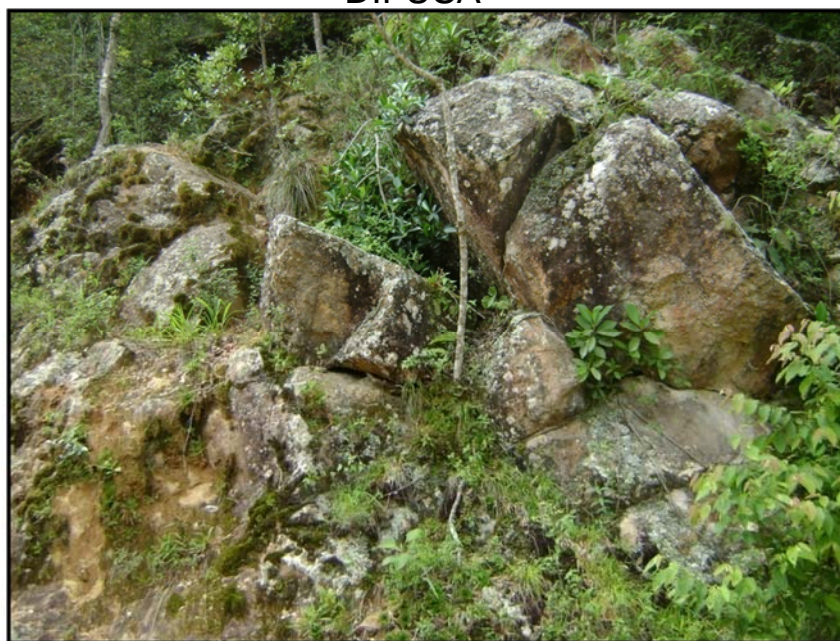
descritas por Gutiérrez (2007), en la porción superior de la Formación Valle de Ángeles, con clastos de origen volcánico principalmente (Andesitas, basaltos y en menor cantidad riolitas y granitos) sedimentarios (calizas predominantemente) y metamórficos (esquistos, cuarzo metamórfico y gneis) estos depositados por el proceso de flujos de detritos.

Las areniscas descritas para la Formación Valle de Ángeles, tienen características petrográficas parecidas a las descritas en las facies (Sh y Sm) de los siliciclásticos (Cr), que principalmente se componen de matriz fina que soporta fragmentos líticos, plagioclasas y cuarzo. Estas desarrolladas en un sistema fluvial de un abanico aluvial.

5.1.2 Unidad de tobas líticas (tl)

La unidad de Tobas Líticas aflora en las localidades, Finca el Corral al Norte del área, Aldea las Minas, Río Dorado y al Suroeste de la aldea Las Nueces. Abarca aproximadamente 3 Km² del total del área de estudio. Sus mejores exposiciones se encuentran ubicadas en la Finca el Corral y sus alrededores. Estratigráficamente se encuentra depositadas discordantemente sobre las capas rojas (Fotografía 2).

FOTOGRAFÍA 6 AFLORAMIENTO DE TOBAS LÍTICAS CON ESTRATIFICACIÓN DIFUSA



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Estas rocas controlan la topografía del área, debido a su carácter de flujos piroclásticos, al Noreste marca topografía bastante abrupta, hacia los contactos con las (cr).

Al este de la Aldea el Fucillo, están en contacto fallado con las capas rojas (cr), dejando expuestas a estas últimas por encima de las tobas líticas (Mapa geológico, anexo I).

En la parte central del área se encuentran expuestas en las cercanías del Rio El Dorado, mostrando contacto discordante “Discordancia angular” (Fotografía 2) con la unidad de capas rojas.

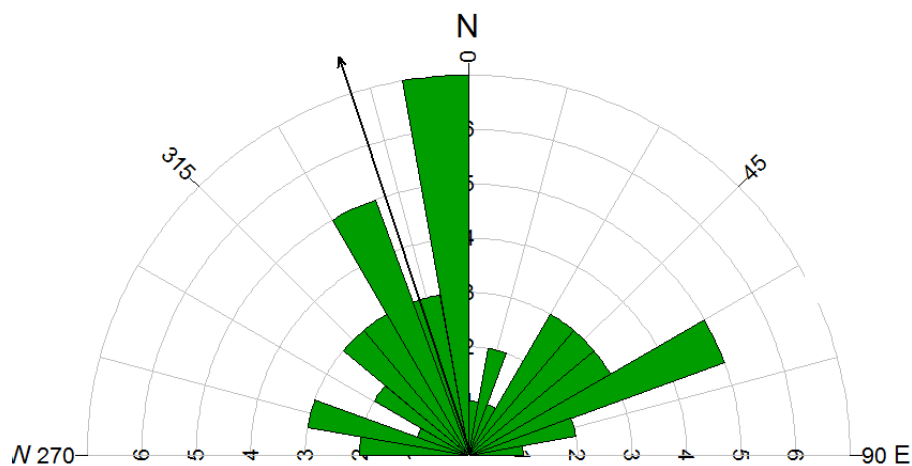
Al Este de la Aldea Las Minas están expuestas sobre la quebrada Los Tanques, quedando las Tobas líticas en contacto fallado con la unidad de Flujos Riolicos (Fotografía 7 “B”) y al Nor-Este las (TI) están cubiertas discordantemente por cenizas (Qc) que oculta las exposiciones de la misma.

En la quebrada del Rio Las Minas se encuentran expuestas con pendientes fuertes, formando laderas muy pronunciadas y algunas veces escarpes, consideradas como zonas de deslizamientos y de alta erosión asociada a estructuras geológicas mayores.

En la aldea las minas al oeste del área, existe una relación directa entre las tobas líticas y la unidad de coluvión, esta asociación es debido a la gran cantidad de bloques, de tobas líticas dentro de la unidad de coluvión, quedando este último dispuesto por encima de las (TI) discordantemente (Mapa geológico, Anexo 1).

Las tobas líticas presentan marcada estratificación, suele estar fracturadas y exhiben fallamiento (Fotografía 7 “C”), la dirección preferencial de las estratificaciones (Figura 17) se encuentra distribuida hacia el Nor-Oeste.

FIGURA 17
DIAGRAMA DE ROSA, DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE PLANOS DE ESTRATIFICACIONES EN TOBAS LÍTICAS, LOS PLANOS SE DISPONEN EN DIRECCIÓN N340.



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

La secuencia deposicional de estas rocas, localmente presenta una transición de tobas de grano grueso en la base hacia tobas de grano medio y algunas veces se puede observar la alternancia a toba fina. Estas rocas se encuentran en una secuencia en la que decrecen los fragmentos líticos, la mayoría de sus exposiciones están erosionadas.

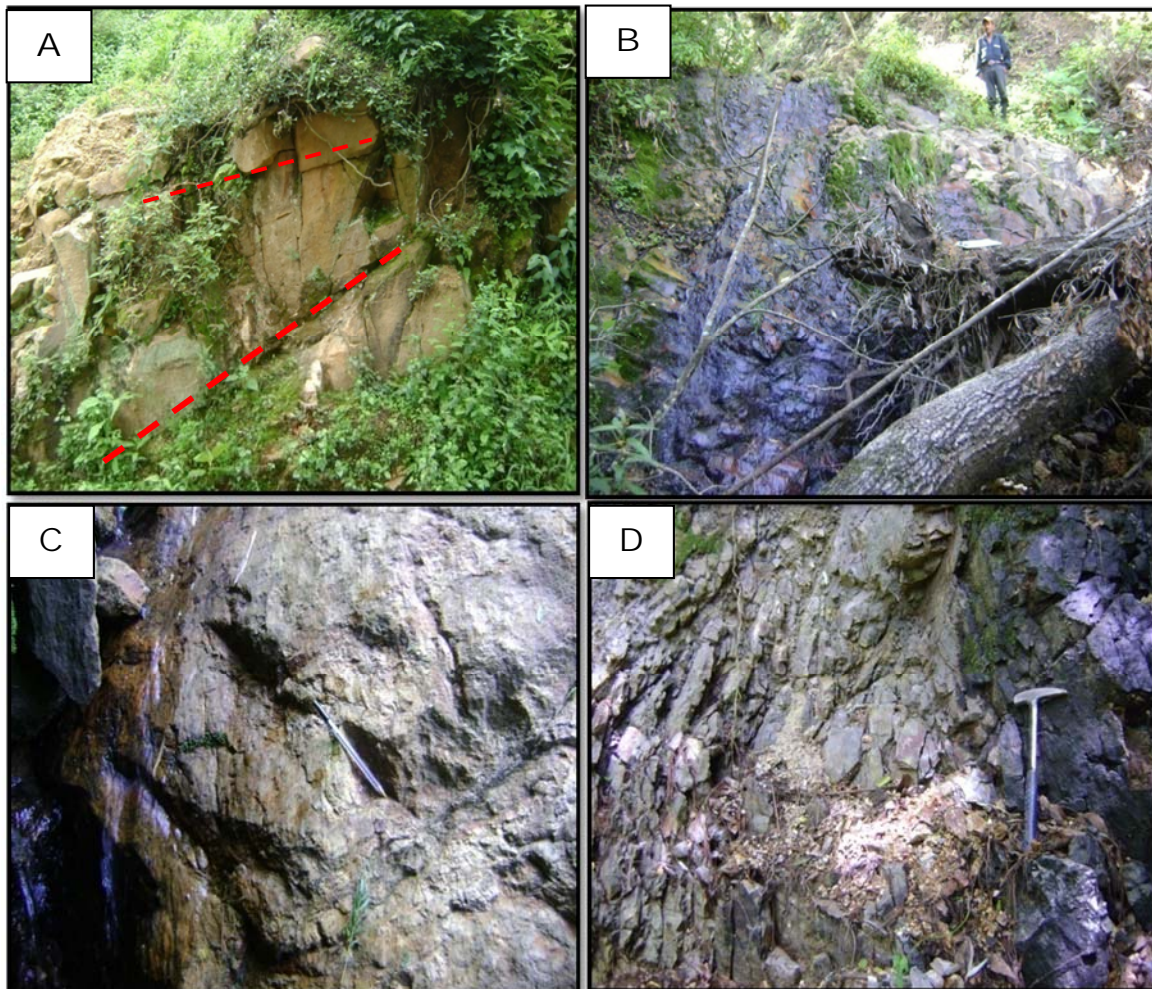
Presenta alto grado de meteorización y de alteración en cual es más abundante es la argílica y la propílica (Fotografía 7 “C”). Lateralmente las tobas no varían, únicamente de la base al techo.

De la base al techo las tobas varían su tamaño (Fotografía 8) de líticos, a manera que la secuencia evoluciona verticalmente. En la base las tobas tienen tamaño de líticos “Guijos gruesos” y en el techo el tamaño de grano disminuye a “Arena muy gruesa” ambos dentro de una matriz fina.

Los clastos inmersos en las tobas líticas, varían su redondez de sub-anguloso a sub-redondeado con baja esfericidad debido al medio turbulento en el que se dio la depositación.

FOTOGRAFÍA 7

A. PLANOS DE ESTRATIFICACIONES EN TOBAS LÍTICAS **B.** TOBAS LÍTICAS CON ALTO FRACTURAMIENTO, QUEBRADA LOS TANQUES, ALDEA LAS MINAS **C.** TOBAS LÍTICAS QUE PRESENTAN PLANO DE FALLA CON ESCALONES Y ESTRÍAS VISIBLES **D.** TOBA LÍTICA CON ALTERACIÓN SÍLICE, LA ROCA SE ENCUENTRA SILICIFICADA.

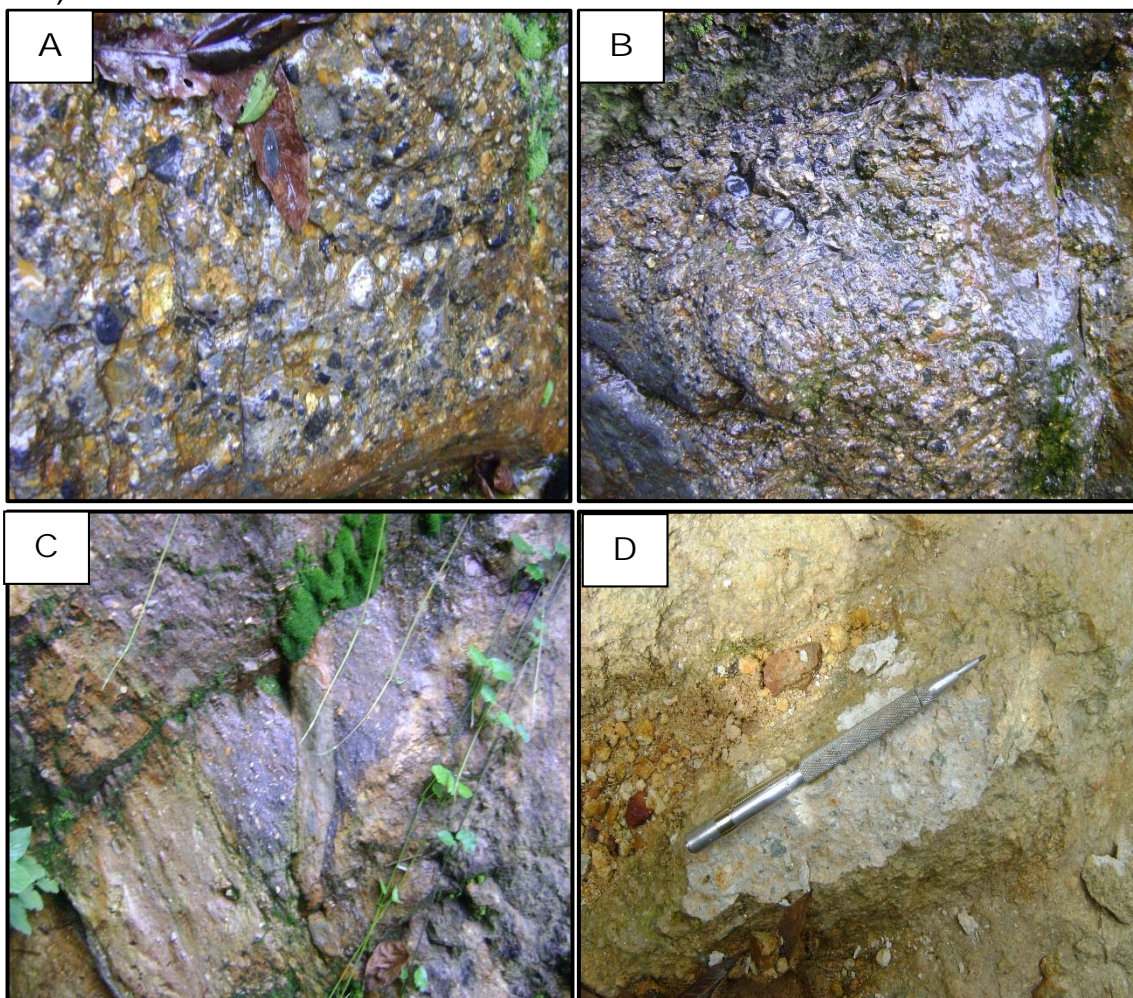


Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Las tobas dentro de sus composición (Fotografía 8 “A y B”) tienen clastos de diferentes tamaños, así como también de diferente composición lítica (Andesítico, Basálticos, Riolítico principalmente), por su naturaleza volcánica estos fragmentos se pueden denominar epi-volcanoclastico.

FOTOGRAFÍA 8

A Y B. TOBA LÍTICA, TAMAÑO DE GRANO (3.2 A 6.4 CM) GUIJO GRUESO. **C.** TOBA CON TAMAÑO DE GRANO (0.4 A 0.8 CM) ARENA MUY GRUESA, CON FRAGMENTO VOLCÁNICO DE MAYOR TAMAÑO. **D.** TOBA CON TAMAÑO DE LÍTICOS (0.8 A 1.6 CM) GUIJO MEDIO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Mineralógicamente muestran predominancia de fragmentos líticos, dentro de una matriz blanquecina fina de arcillas (Tabla 6). Contienen feldespatos, cuarzo, fragmentos líticos (basaltos, andesitas) vidrio volcánico, y biotitas ocasionalmente (Fotografía 9, 10 y 11).

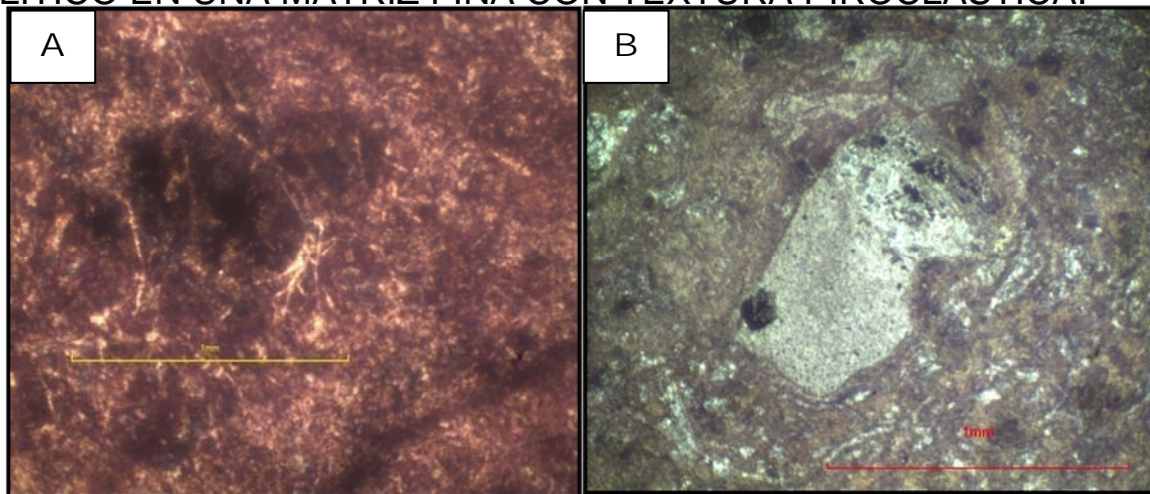
TABLA 6
PORCENTAJE MINERALÓGICO EN SECCIÓN DELGADA DE LA MUESTRA DE TOBA LÍTICA.

MINERALES Y OTROS.	PORCENTAJES
Fragmentos de cristales	15
Fragmentos líticos	20
Minerales opacos	5
matriz	60
Total	100

Fuente: investigación de campo. Año 2 012.

FOTOGRAFÍA 9

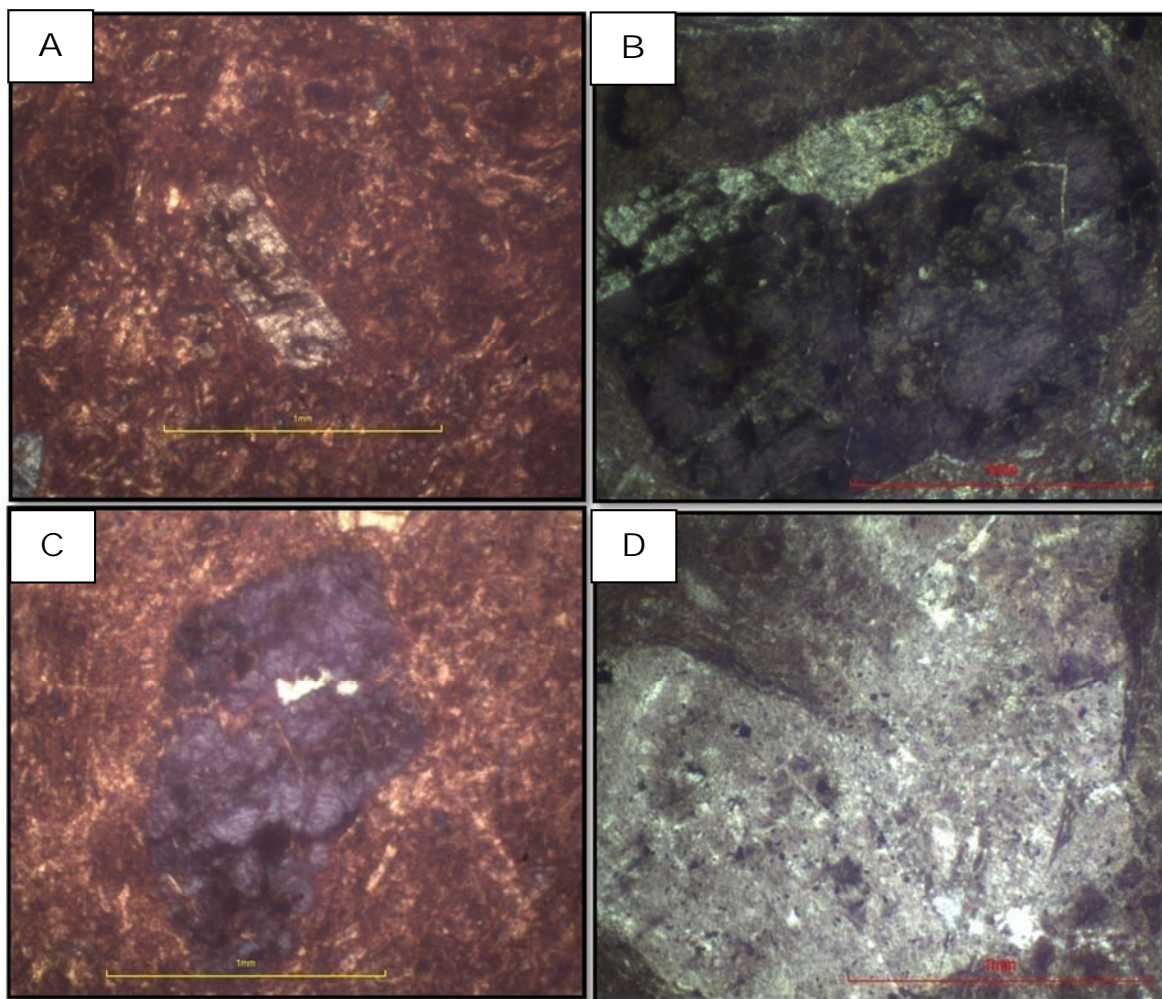
A.FRAGMENTO LÍTICO INMERSO EN UNA MATRIZ QUE PRESENTA ALTERACIÓN DE SÍLICE, SE OBSERVA REEMPLAZAMIENTO DE SÍLICE POR LOS MINERALES CRIPTOCRISTALINOS DE LA MATRIZ. VISTA XPL. **B.**FRAGMENTO LÍTICO EN UNA MATRIZ FINA CON TEXTURA PIROCLASTICA.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

FOTOGRAFÍA 10

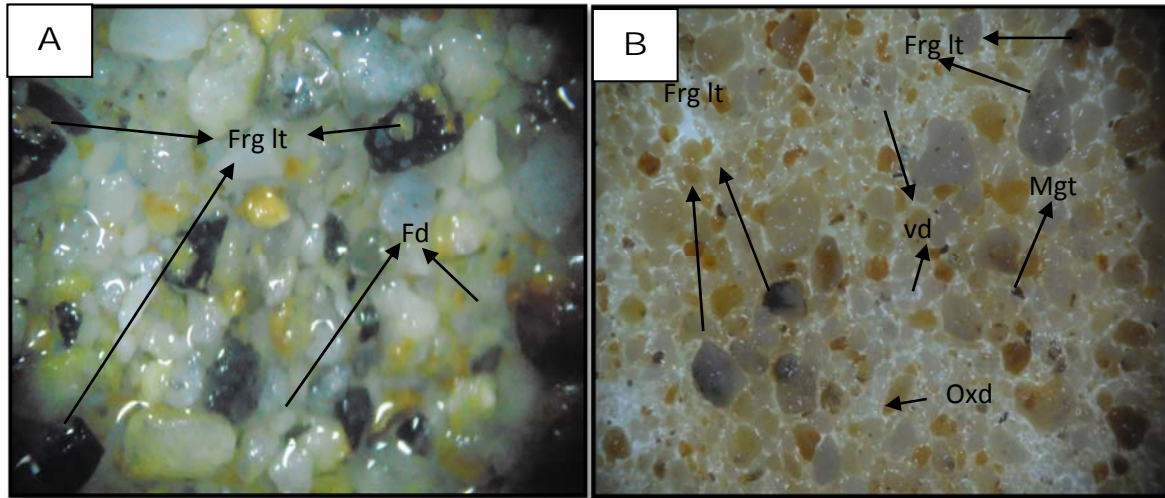
A. RELICTO DE PLAGIOCLASA QUE HA SIDO ALTERADO Y REEMPLAZADO POR SÍLICE. VISTA XPL. **B.** RELICTO DE FENOCRISTAL DE PLAGIOCLASA, PRESENTA ARCILLAS RELLENANDO LAS PLAGIOCLASA. **C.** CRISTAL DE OLIVINO EN UNA MATRIZ FINA SE OBSERVAN COLORES DE INTERFERENCIA ALTOS, PRESENTA CLIVAJE CARACTERÍSTICO DE LOS OLIVINOS. VISTA XPL. **D.** FRAGMENTO LÍTICO SUB-ANGULOSO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

FOTOGRAFÍA 11

A. Y B. MUESTRAN MINERALES PRESENTES EN LAS TOBAS LÍTICAS. SE IDENTIFICARON FELDESPATOS, FRAGMENTOS LÍTICOS (VOLCÁNICOS PRINCIPALMENTE), MAGNETITA, Y VIDRIO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

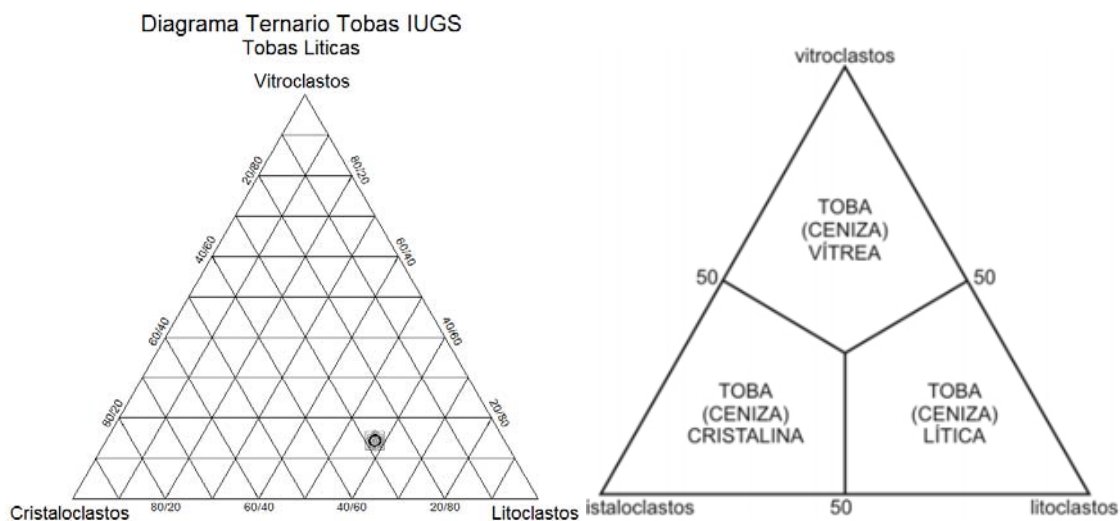
La toba puede clasificarse en relación al tamaño y forma de sus clastos, en este caso la roca es una toba lapillítica. En relación a su composición esta roca se clasifica como una toba lítica (Figura 18) con predominancia de clastos de composición basáltica y andesítica.

TABLA 7
PORCENTAJE DE MINERALES OBTENIDOS DE TOBA PULVERIZADA

MINERALES Y OTROS.	PORCENTAJES
Fragmentos de cristales y vidrio	21
Fragmentos líticos	20
Minerales opacos	3
Matriz	52
Total	100

Fuente: investigación de campo. Año 2012.

FIGURA 18
DIAGRAMA TERNARIO IUGS PARA CLASIFICACIÓN
COMPOSICIONAL DE TOBAS.



Fuente: investigación de campo. Año 2 012.

En función del porcentaje y composición mineralógica y se logró determinar en el diagrama ternario la ubicación de la roca, que cae en los dominios de las toba ceniza lítica (Figura 18).

a. Litofacies

Una litofacies da referencia del carácter de un depósito, o parte de un depósito, esta se puede distinguir de acuerdo a algunas combinaciones como estratificación, tamaño de grano, disposición de los granos, sorteo, fábrica y la composición litológica. Estas características son no-genéticas y no-depositacionales.

En función de su composición, granulometría, y aspectos texturales se puede identificar las litofacies que las tobas presentan. El tamaño de los granos en las tobas varía entre 8 a 64 mm por lo que está dentro del rango de lapilli según la clasificación

del tamaño de grano para volcánicos primarios de Wentworth y William 1932.

En la base de la secuencia, existen fragmentos líticos de tamaños variable, que están en el rango de Guijos gruesos a muy gruesos 16 a 64 mm (Fotografía 8), están pobremente a muy pobremente sorteado, con un tamaño de grano medio en el rango del tamaño de ceniza.

Los líticos que componen este nivel en la secuencia son principalmente (Basáltico-Andesítico, +/- Riolítico) que geométricamente están en el rango de sub-angulosos a sub-redondeados. En afloramientos no se distingue una disposición de estratificación definida, por lo que la estratificación suele ser difusa o carente.

En función de las características descritas anteriormente se puede caracterizar el nivel más bajo de la secuencia de tobas líticas en facies **mLT** (*Massive lapilli-tuff lithofacies*) **Toba lapillítica masiva**. Se caracterizan por tener ausencia de estratificación y contiene varias porciones de pómez y líticos de tamaño de grano lapilli subordinados, soportados en una matriz de ceniza con fragmentos de cristales. La pómez lapillítica comúnmente muestra redondez causada por la abrasión.

El pobre sorteo, la ausencia de estratificación, la geometría de los clastos y el contenido de grandes porciones de cristales en la matriz más que porciones de cristales individuales, en clastos de pómez, indican un fluido de escape dominante en el la zona de límite de flujo de la fase líquida y gaseosa del evento eruptivo.

En la parte superior de la unidad, existen fragmentos líticos que varían su tamaño (1 a 14 mm) en el rango de Ceniza gruesa a Guijo medio según la clasificación del tamaño de grano para volcánicos primarios de Wentworth y William 1932.

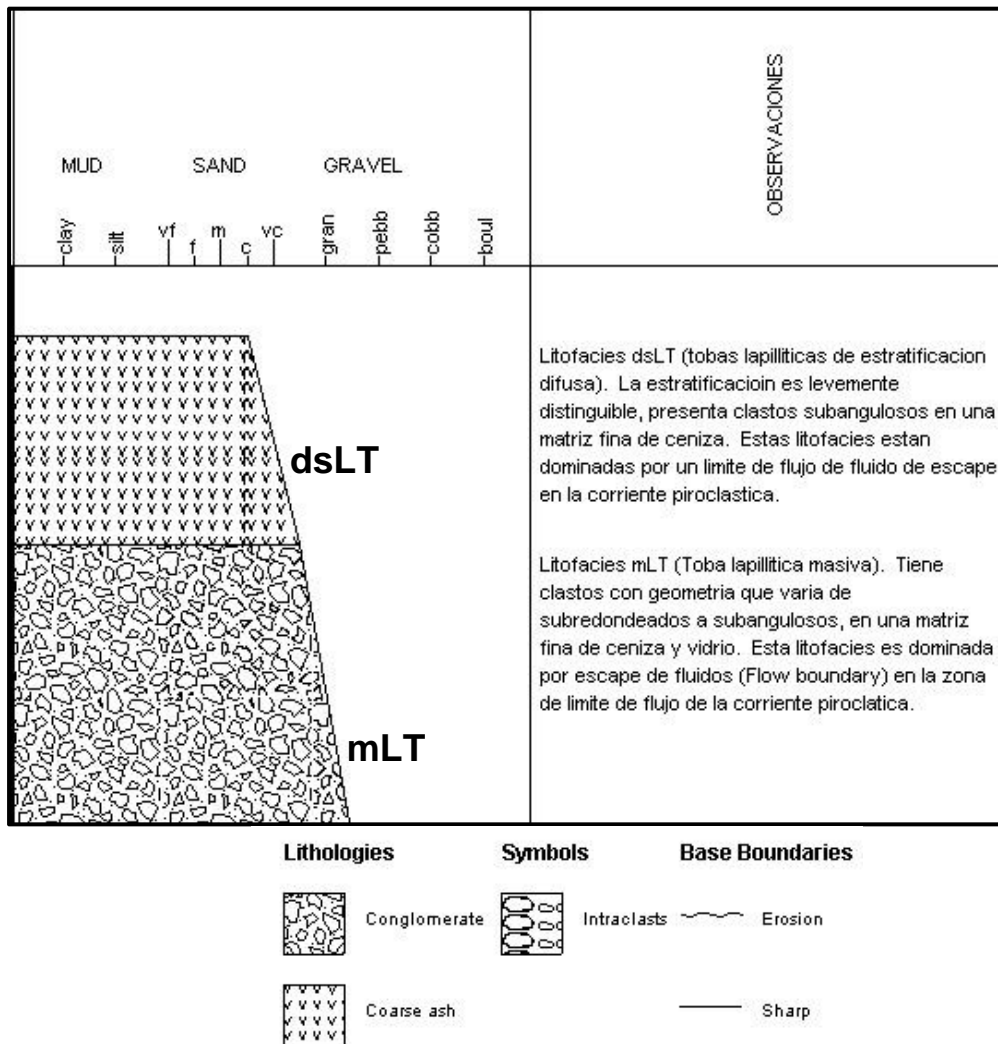
Se encuentran pobremente a muy pobremente sorteado, con un tamaño de grano medio con rango de ceniza. Los líticos que componen este nivel en la secuencia son principalmente (Basáltico-Andesítico, +/- Riolítico), con geometría de sub-angulosos a sub-redondeados. En afloramientos, no se distingue una disposición de estratificación definida por lo que la estratificación es difusa.

Esta características se acoplan a las facies **dsLT** (*difuse-stratified lapilli-tuff/lapilli-ash*) **Toba lapillítica con estratificación difusa**.

La estratificación puede ser difusa a sub-paralela, pero con engrosamiento y adelgazamiento gradual, e incluso ensanchamiento. Son comunes junto con cambios laterales en el tamaño de grano y la clasificación. La mayoría de litofacies de estratificación difusa y de capas delgadas **dsLT** son lateralmente inpersistentes.

Estas litofacies pueden no gradar o pueden tener varios estilos de gradación. Comúnmente tienen variados fragmentos líticos. Muestran asimetría (gradación inversa o gradación normal) y comúnmente (mas simetría) de gradación normal a inversa o inversa a normal.

FIGURA 19
COLUMNA TEÓRICA DE VOLCANOCLÁSTICOS (TOBAS LÍTICAS)
MUESTRA LA DISPOSICIÓN DE LAS LITOFACIES A LO LARGO DE
LA SECUENCIA.



Fuente: investigación de campo. Año 2012.

b. Ambiente de formación

Las litofacies no dan información sobre las concentraciones de clastos o intensidades de turbulencia en los niveles más altos en la corriente. La matriz de mLT, comúnmente, contiene una mayor proporción de cristales que la proporción de cristales en clastos individuales de pómez, lo que indica una disminución de

(cristal-pobres) ceniza fina que puede equivaler al 50% o más de la dispersión original.

Facies mLT tienen pobre sorteo y ausencia de estratificación, esto indica un fluido de escape dominante en la zona de límite de flujo, en el cual la tracción cizallamiento inducida.

Se interpreta esto como parte resultante de la decantación de ceniza fina en el fluido de escape dominante de la zona de límite de flujo (Flow boundary). Sin embargo, la abundancia de ceniza fina en mLT indica que, aunque los fluidos de escape pueden haber caracterizado la zona de límite de flujo y envolver la decantación de ceniza fina, el proceso no fue lo suficientemente desarrollado para decantar toda la ceniza fina.

La evidencia de que litofacies de toba lapillítica masivas en general se deposita por progresiva agradación es argumentada: (1) por gradaciones laterales entre litofacies estratificadas que claramente gradúan; (2) por las variaciones gradacionales con altura en mLT de tamaño de grano y clasificación, composición química y en la fuerza y orientación azimutal de lineaciones y fábricas de grano imbricadas (3) por las ocurrencias de clasificación compleja y perfiles de clasificación y (4) por las relaciones de composición entre onlap zonal mLT y la topografía

Las facies de estratificación difusa **dsLT** representan rápido apilamiento y parcial amalgamado, de flujo de unidades. Las gradaciones son comunes de modo que la delimitación precisa de cada litofacies puede ser difícil y arbitraria.

A nivel local las facies mLT, dsLT, y sT gradan continuamente entre sí en un par de metros del depósito. Lo que

indica que las litofacies de estratificación difusa se depositan cuando las condiciones del límite de flujo son intermedios, entre los del fluido de escape dominante y la tracción dominante en zonas del límite de flujo, formando depósitos con asociación de facies mLT, dsLT respectivamente.

Algunas capas de estratificación difusa **dsLT** se parecen mucho a la estratificación delgada vista en depósitos de arena de corrientes de turbidez de alta densidad, conocido como 'la estratificación de bandas' (Hiscott y Middleton 1979, 1980) o "divisiones S2" (Lowe 1982) y puede tener un origen similar.

Se infiere que la estratificación difusa comúnmente registra sutil inestabilidad dentro de la zona de límite de flujo de un sostenido, depósito actual. La inestabilidad probablemente surge de uno o más de: (1) oleadas sucesivas o las ondas en una corriente sostenida fluctuante; (2) pinzamiento periódico en la zona de límite de flujo del remolino turbulento; y (3) los efectos de fricción intrínsecas dentro de un engrosamiento granular en zona de flujo dominante y el límite de flujo.

Estas rocas Volcanoclasticas fueron formadas por la caída de fragmentos volcánicos, que van dispersos en nubes de ceniza que viajan de forma sub-área en una corriente piroclástica. Esto es verificable y observable en las características y génesis que dan origen a las litofacies **mLT y dsLT**; donde ambas se dan por un mecanismo de transporte de fluidización, que logra transportar material, que al entrar en contacto con la superficie topográfica logra dar una geometría subangulosa-subredondeada a los clastos y aporta debido a su poca densidad una matriz fina de ceniza.

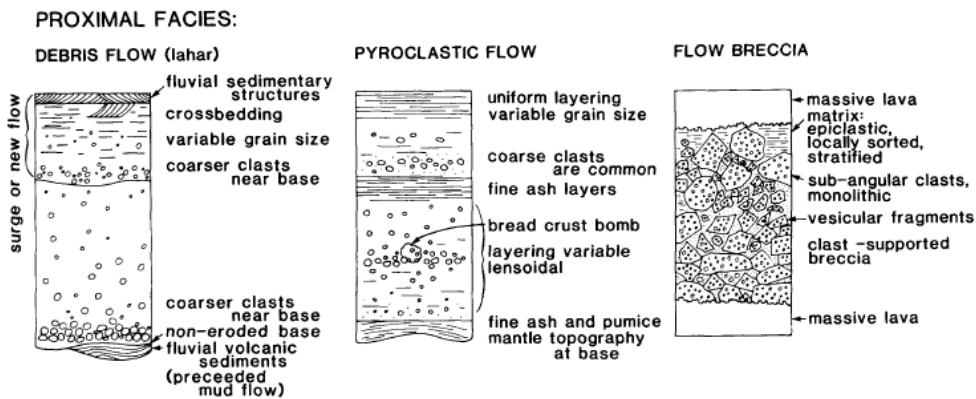
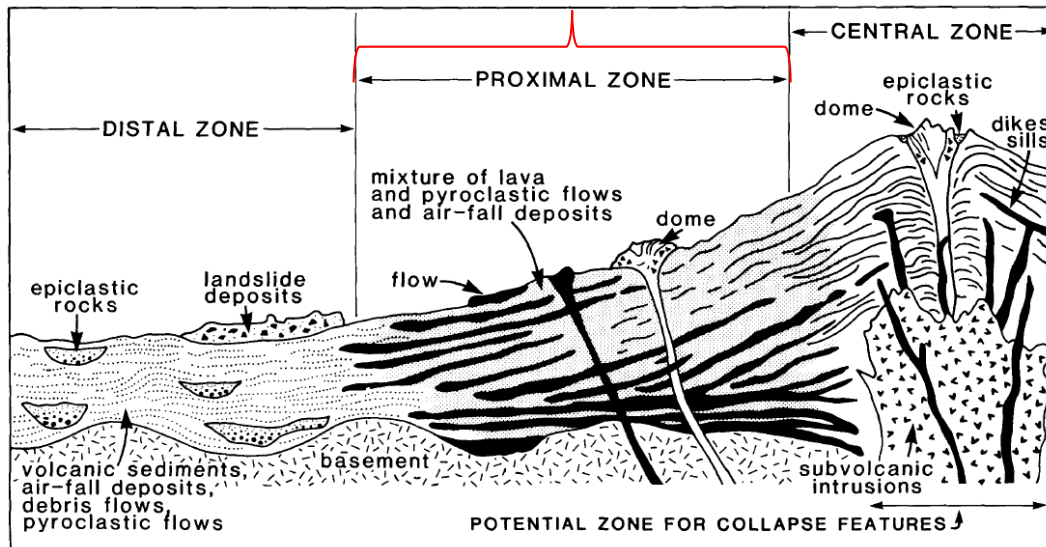
También podemos hacer énfasis en la naturaleza que poseen los clastos, los cuales son más de tipo volcánico (Basático-Andesítico +/- riolítico), el tamaño, la poca cantidad de pómez y la geometría, indican y determinan que los clastos son fragmentos accesorios, producto de la fragmentación aloclastica (fragmentación de rocas volcánicas preexistentes producto de la acción de un evento volcánico sobre rocas solidificadas por eventos efusivos previos), que al darse un evento efusivo la fluidización logra arrancar y transportar en la corriente piroclástica y depositarlos en función de la altura de la columna eruptiva, la dirección del viento y la densidad de estos materiales.

El límite de flujo de escape de fluidos (fluidización) fue el medio que logro arrastrar y depositar las tobas, por esta razón se atribuye a un flujo piroclástico el mecanismo de deposición de estas unidad de tobas líticas.

La falta de evidencia de superficies de impacto, de bombas piroclásticas en la secuencia, el tamaño de grano relativamente medio a grueso de los clastos, la persistencia de la toba masiva con difusa estratificación en la secuencia, la poca redondez de los clastos y la carencia de pómez o vidrio, sugieren un ambiente efusivo de facie proximal al foco eruptivo (Figura 20 A) comprendido entre los 12 a15 km de distancia del foco eruptivo.

FIGURA 20

Figura de ambiente de formación de las tobas líticas **A.** El ambiente de formación para las tobas líticas se encuentra en la zona proximal de flujos piroclásticos y depósitos de caída de un ambiente de erupciones volcánicas (Elipse roja). **B.** Perfil idealizado de flujos piroclásticos, las tobas lapillíticas masivas y de estratificación difusa se encuentran en la zona de “*Uniform layering variable grain size to coarse clast are common*” capas uniformes con tamaño de grano variable a capas que comúnmente tienen clastos gruesos.



Fuente: Modificado de Williams and McBirney 1979.

c. Potencial correlación

Las características observadas en campo muestran el tamaño de los clastos y la composición de los mismos. En cuanto al tamaño es variable y hay rangos de guijos gruesos a ceniza gruesa (1 a 64 mm). La geometría de los clastos va de subangulosos a subredondeados lo que sugiere un ambiente de formación de corriente piroclástica dominada por flujos de escape en la zona del límite de flujo. Se determinaron dos litofacies tipo en tobas líticas en función de las características anteriores (tobas lapillíticas masivas interestratificadas con tobas de estratificación difusa).

El Grupo Padre Miguel inferior consiste en una gruesa secuencia de rocas volcánicas, tobas líticas, tobas de cristales y tobas vitricas pobremente soldadas, descritas por Burkart. Con extensa distribución en el suroeste de Guatemala, occidente de Honduras y el noroeste del Salvador. Los espesores para el sureste de Guatemala varían entre 450 ms de estratificación masiva y 400 ms de estratificación fina.

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, la amplia distribución y persistencia del Grupo Padre Miguel nos permite abordar una factible potencial correlación con la unidad de tobas líticas del área.

5.1.3 Toba riolítica (tr)

Las mejores exposiciones de esta unidad se encuentran aflorando sobre la quebrada los tanques, también está expuesta al Noreste, en la quebrada (N-S) de la finca el Corral y en la carretera que conduce hacia el caserío Rio Dorado, abarcando un área aproximada de 400m². Se encuentra dispuesta sobre las tobas líticas mostrando un contacto discordante entre ambas unidades, debido a que no obedece al mismo tipo de génesis, ni al mismo evento de deposición por lo que no son contemporáneas.

FOTOGRAFÍA 12 AFLORAMIENTO DE TOBAS RIOLÍTICAS LOCALIZADO EN LAS COORDENADAS 1604500; 806000.



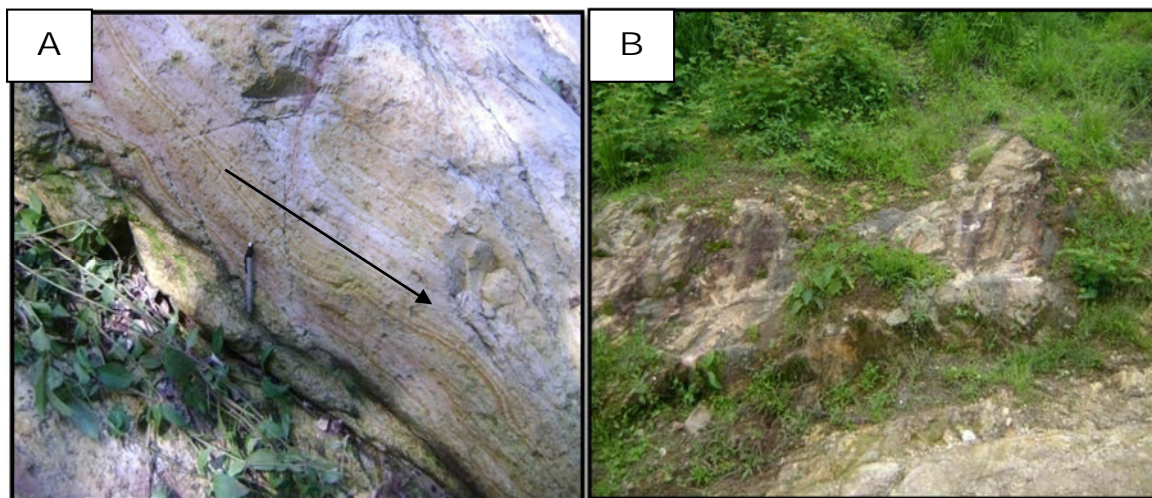
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Las tobas riolíticas se encuentran masivas, ocasionalmente presenta la estratificación (NNE), depositadas sobre la topografía preexistente que dejaron las tobas líticas, por lo que la dirección de

estratificación está condicionada. Tiene bandas de coloración blanquecinas leucocráticas con feldespatos, cuarzo y vidrio. Bandas naranja debido a la presencia de óxidos, la textura es fanerítica y los minerales son de tamaño no mayor a 1mm (Fotografía 15 y 16).

FOTOGRAFÍA 13

AFLORAMIENTOS DE TOBAS RIOLÍTICAS **A.** PRESENTAN BANDEADO COLOR ROSADO Y NARANJA, CON TEXTURA DE TOBA FINA, SE PUEDE OBSERVAR LA DIRECCIÓN DE ESTRATIFICACION HACIA SW, ESTAS TOBAS NO TIENEN GRANDES EXTENSIONES DEBIDO A SU NATURALEZA ACIDA Y POR ENDE SU VISCOSIDAD. **B.** AFLORAMIENTO CON ALTO GRADO DE METEORIZACIÓN Y ALTERACIÓN ARGILICA PRINCIPALMENTE.



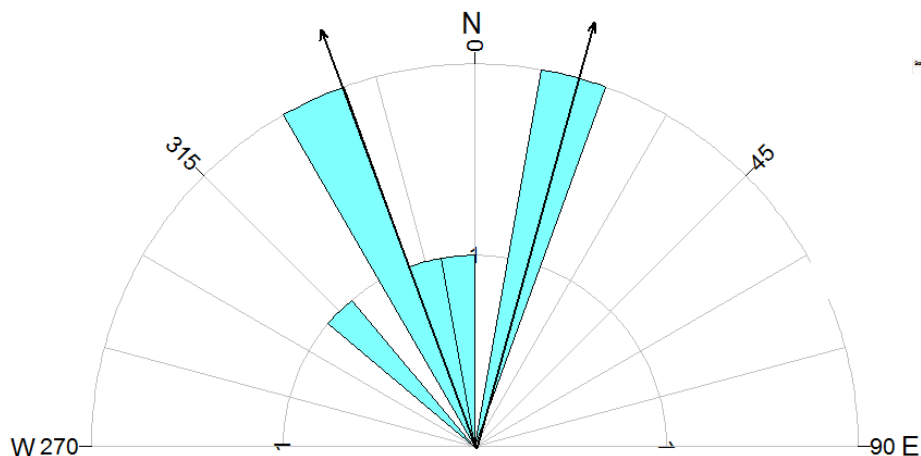
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Las bandas leucocráticas ocasionalmente muestran minerales con una lineación preferencial de cuarzo y feldespatos mostrando la paleo-dirección del flujo piroclástico. La matriz es de grano fino por lo que en muestra de mano no se le logra observar su composición mineral.

Tiene una matriz fina fanerítica, con bandas leucocráticas de cuarzo y feldespatos (Fotografía 13^a). Los minerales identificados con

el pulverizado y análisis en la lupa de aumento (Tabla 5) fueron feldespatos, cuarzo, vidrio y matriz criptocrystalina.

FIGURA 21
DIAGRAMA DE ROSA MUESTRA LA DIRECCIÓN DE LAS TOBAS RIOLÍTIICAS.



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

La dirección de estratificación en tobas riolíticas medidas en campo (Fotografía 13) muestran que esta unidad tiene 2 paleodirecciones preferenciales, hacia el Nor-Este y hacia Nor-Oeste con direcciones aproximadas N025 N-E y N330 N-W.

Arcillas reemplazan a los feldespatos debido a alteraciones hidrotermales, principalmente la argilica que es muy común en esta zona donde existe mineralización por filones.

Por encima de esta unidad se encuentra ceniza y subyacente a esta, tobas líticas. La disposición de esta unidad se encuentra controlada por fallamiento (Fotografía 14) que es el responsable de su exposición, pues las tobas riolíticas en campo presentan evidencias que indican que su origen una corriente piroclástica de composición ácida (Anexo I "Mapa geológico").

FOTOGRAFÍA 14

AFLORAMIENTO DE TOBAS RIOLÍTICAS EN QUEBRADA LOS TANQUES. A LA IZQUIERDA SE OBSERVA EL CONTACTO DE LAS TOBAS RIOLÍTICAS CON LAS (TL), Y EL DESPLAZAMIENTO INVERSO DE DIACLASA VISTA NEE.



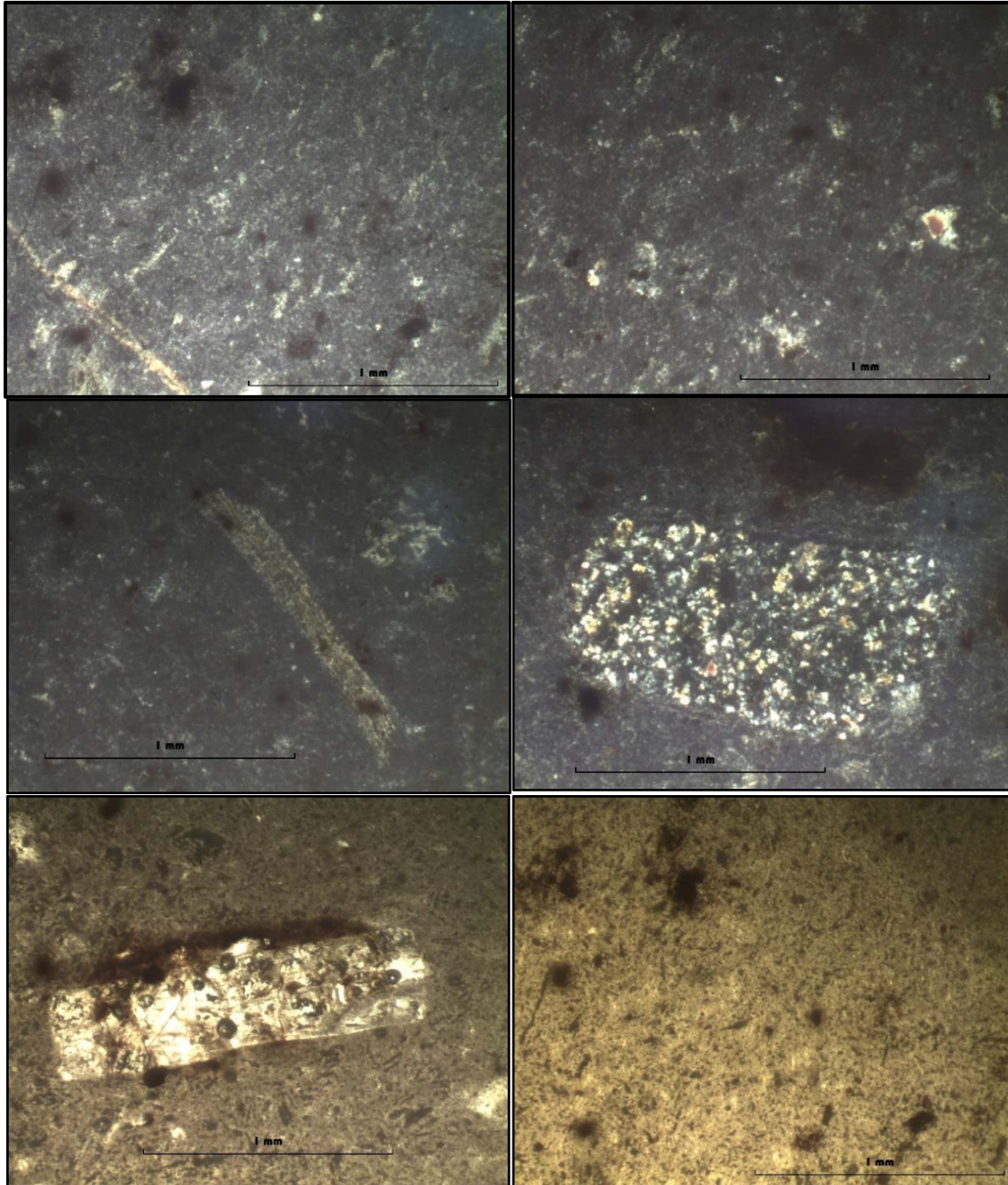
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Los espesores de las tobas (Fotografía 14) varían de 1.5 a 5 m, debido a su carácter de flujo y su alta viscosidad puede desarrollar espesores considerables. En la quebrada Los Tanques se encuentran masivas (Fotografía 12); y la dirección de estratificación puede ser observada (Fotografía 13^a) con orientación preferencial al NNE y NW.

Se compone principalmente por cuarzo y por feldespatos (Fotografía 15), se puede observar cristales de cuarzo traslucidos y con brillo, a diferencia de las plagioclasas que tienen una tonalidad más blanca y no son traslucidas a la luz.

FOTOGRAFIA 15

FOTOGRAFÍAS DE SECCIÓN DELGADA DE LA TOBA RIOLÍTICA **A. B. Y F.** MATRIZ CRIPTOCRISTALINA DE CENIZA Y VIDRIO XPL Y PPL RESPECTIVAMENTE. **C. Y E.** CRISTAL EUHEDRAL DE PLAGIOCLASAS CON ALTERACIÓN DE ARCILLAS FINAS VISTA XPL Y PPL RESPECTIVAMENTE **D.** CRISTAL EUHEDRAL DE FRAGMENTO RIOLÍTICO EN UNA PASTA CRIPTOCRISTALINA.



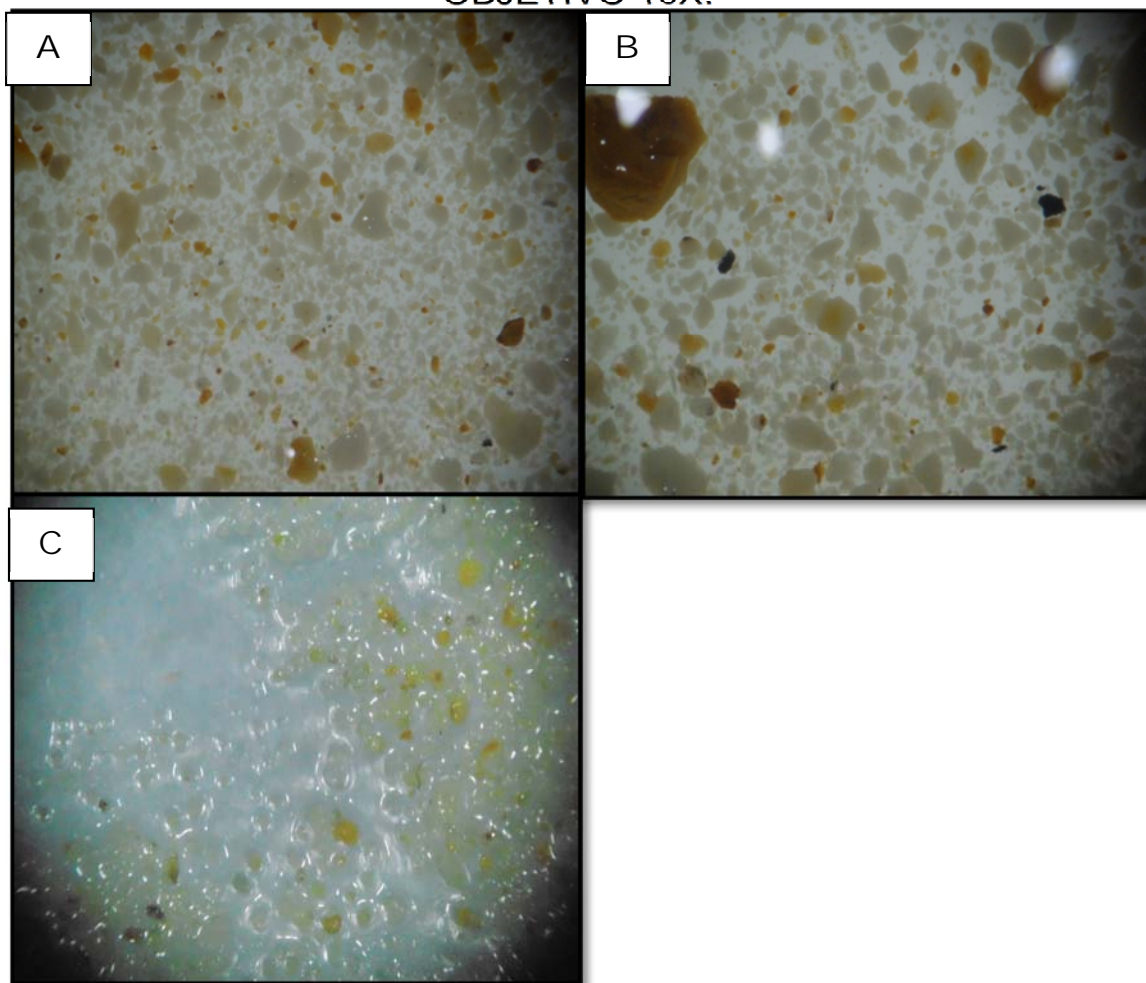
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

TABLA 8
PORCENTAJE DE MINERALES OBTENIDOS EN LUPA DE AUMENTO.

MINERALES Y OTROS	PORCENTAJES
Cuarzo	15
Feldespatos	10
Matriz y vidrio	75
Total	100

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

FOTOGRAFIA 16
PULVERIZADO, TOBA RIOLITA EN LUPA DE AUMENTO.
OBJETIVO 10X.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

5.1.4 Unidad de dique (ud)

Unidad de roca que únicamente aflora en las coordenadas NAD 27 Zona 15. $08^{\circ}06'40''$, $16^{\circ}02'27''$ Se al Sureste del área de estudio. El dique se encuentra cortando a la roca más antigua (Capas Rojas) y está orientado a N160/90 (regla de la mano derecha). Este cuerpo rocoso se presentan en forma tabular y el espesor es de 2 m con una longitud observada en campo de 12 m.

FOTOGRAFIA 17

DIQUE IDENTIFICADO EN CAMPO, POSEE PROPIEDADES MAGNÉTICAS, SE ENCUENTRA CON UNA ORIENTACIÓN N160/90 CON DIP VERTICAL. EL DIQUE CORTA LAS CAPAS ROJAS (CR).



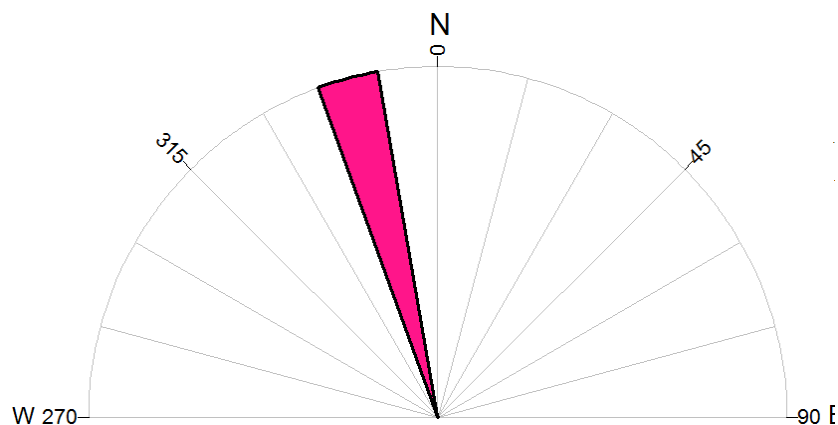
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

La figura 22 muestra la dirección preferencial del dique representado en un diagrama de rosa, el cual nos indica que este dique tiene un rumbo NW-SE. Y se orienta en una dirección N160/90.

Se encuentra moderadamente meteorizado (III) y erosionado por lo que solo se logró ver que corta las capas rojas (cr), lateralmente

puede estar cortando a la unidad de tobas líticas y flujos de Riolita por ser de edad más reciente.

FIGURA 22
DIAGRAMA DE ROSA, MUESTRA DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE DIQUE HACIA EL NNW.



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

In visu presenta fenocristales de feldespatos, con un hábito tabular en una matriz grisácea oscura de propiedades magnéticas debido al grado de alteración que presenta. Tiene una textura Afanítica debido a que presenta fenocristales heudrales de feldespatos inmersos en una matriz más fina.

TABLA 9
PORCENTAJE DE MINERALES OBSERVADOS EN DIQUE DE POSIBLE COMPOSICIÓN ANDESITICA.

MINERALES Y OTROS	PORCENTAJE %
Fenocristales de Plagioclasas	8
Magnetita (habito acicular)	35
Epidota	9
Arcillas	5
Matriz (pasta de plagioclasas alteradas)	43

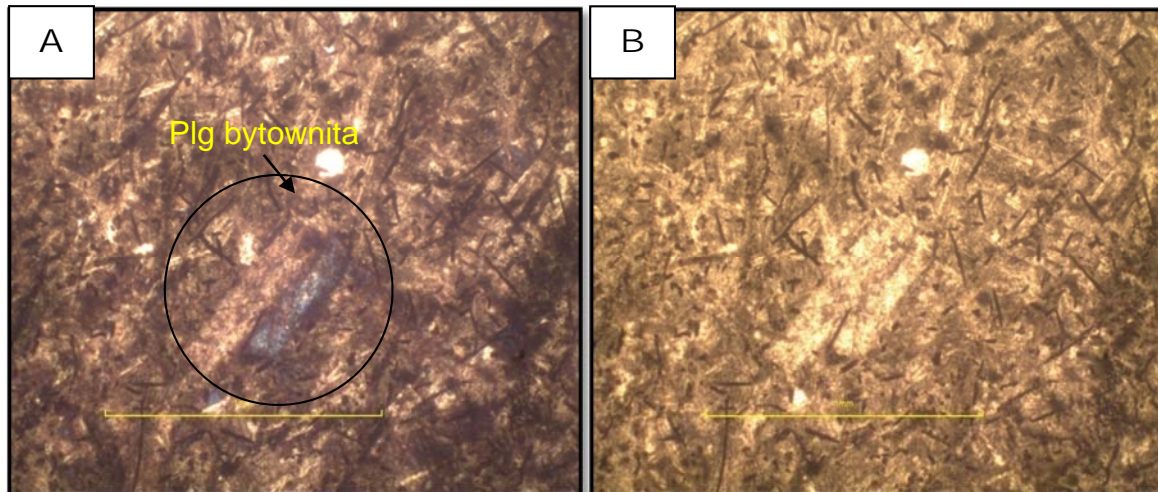
Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

Está compuesto por una matriz de microcristales de plagioclasas que está alterada en clorita y aparece epidota conjuntamente (Fotografía 18).

En sección delgada se ven relictos de fenocristales de plagioclasas (Fotografía 17, 18) aunque debido al alto grado de alteración que presenta, no se les puede medir el ángulo de extinción a la mayoría de plagioclasas. Fueron medidas 3 plagioclasas (Fotografía 18 ^{A y B}), resultando Bytownita el tipo de plagioclasas.

FOTOGRAFIA 18

A. FENOCRISTAL DE PLAGIOCLASA, CAMBIA SU ÁNGULO DE EXTINCIÓN, OBTENIENDO UN RESULTADO DE 39° POR LO QUE ESTA PLAGIOCLASA ES UNA BYTOWNITA RICA EN ANORTITA. VISTA XPL AUMENTO 4X. **B.** MICROTEXTURATEXTURA OFITICA EN SECCIÓN DELGADA Y MINERALES METÁLICOS ACICULARES (POSIBLE MAGNETITA) PPL AUMENTO 4X.

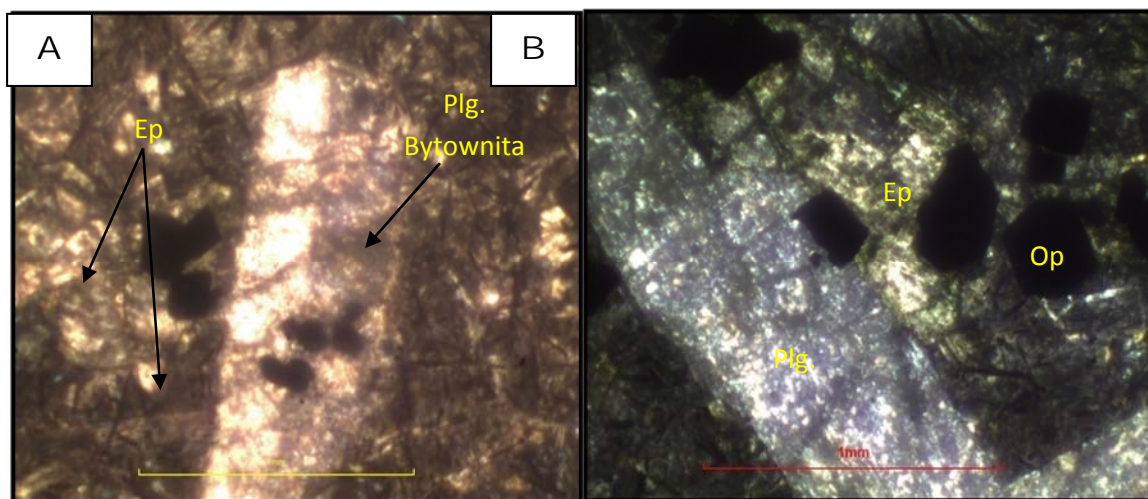


Tomada por: Noe Eliud Matras Mazariegos. Año 2012.

A nivel microscópico el dique muestra microtextura ofítica a sub-ofítica, esta microtextura se caracteriza cuando en la matriz (pasta de microcristales de plagioclasas) no hay un arreglo cristalográfico, sino que estos cristales están dispuestos en diversas direcciones (Fotografía 18) a medida que cristalizaron.

FOTOGRAFIA 19

A. EXTINCIÓN DE MACLA SIMPLE DE PLAGIOCLASA TIPO BYTOWNITA CON ÁNGULO DE EXTINCIÓN 45° , TAMBIÉN SE PUEDE OBSERVAR MINERALES OPACOS CON HÁBITO PRISMÁTICO VISTA XPL AUMENTO 4X. **B.** ASOCIACIÓN MINERAL DE PLAGIOCLASAS, MINERALES OPACOS DE HABITO ACICULAR (MAGNETITA) Y EPIDOTA VISTA XPL AUMENTO 4X.



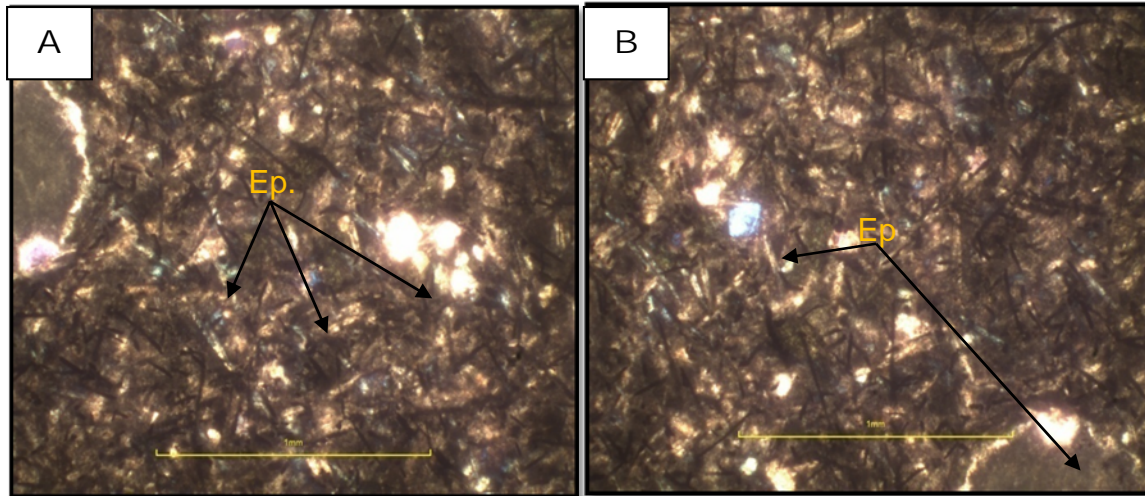
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Según características mineralógicas identificadas en el microscopio, este dique presenta una composición andesítica por el tipo de plagioclasas que presenta en su composición, que variaron entre Andesina y Bytownita.

El dique posee una estrecha relación con el magma que le dio origen y se refleja en su composición mineralógica. En la composición se observaron plagioclasas cálcicas y potásicas lo que indica que el magma que lo origino es de composición Básica a Intermedia.

FOTOGRAFIA 20

A. DISPOSICIÓN DE EPIDOTA EN LA SECCIÓN DEL DIQUE ANDESITICO EN PORCENTAJE DE 9% CON COLORES DE INTERFERENCIA DE 2DO ORDEN. VISTA XPL AUMENTO 4X. **B.** DISPOSICIÓN DE CRISTALES DE EPIDOTA EN DIQUE ANDESITICO. PRESENTA MICROTTEXTURA ACICULAR VISTA XPL.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

El dique Andesítico se formó por el ascenso de magma a través de fisuras provocadas por el intenso fracturamiento y fallamiento del área, esto producto de esfuerzos compresivos y distensivos, lo que da un buen escenario para la deposición de dicho dique. Se muestra la estructura tabular del dique orientado N160/90 (Fotografía 16), y orientación preferencial (Figura 21) del dique en un diagrama de rosa. Haciendo un análisis más profundo se observa que los esfuerzos compresivos están en dirección Nor-Oeste a Sur-Este mientras que los esfuerzos distensivos están en dirección Nor-Este a Sur-Oeste.

Este dique por estar dispuesto en fisuras, indica que fue emplazado después de la formación de las (cr) y las (tl) por tal relación relativa se cree que es de edad relativamente reciente terciario-cuaternario, al momento de correlacionar puede ser válido atribuirlo al

Grupo Nueva Santa Rosa con los basaltos y andesitas no diferenciados de este grupo.

5.1.5 Unidad de ceniza (Qc)

Esta unidad ocupa una extensión aproximadamente de 2km² del área de estudio. Se encuentra aflorando al Norte y al Sur respectivamente y cubre a la mayoría de rocas expuestas en el área. Sus mejores exposiciones se encuentran en la carretera que conduce a La Finca el Corral y al Oeste de la Aldea el Dorado.

FOTOGRAFIA 21

CAPA DE CENIZA DE TAMAÑO DE GRANO LAPILLI, UBICADA EN FINCA EL CORRAL EL HORIZONTE TIENE APROXIMADAMENTE 2M DE ESPESOR.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

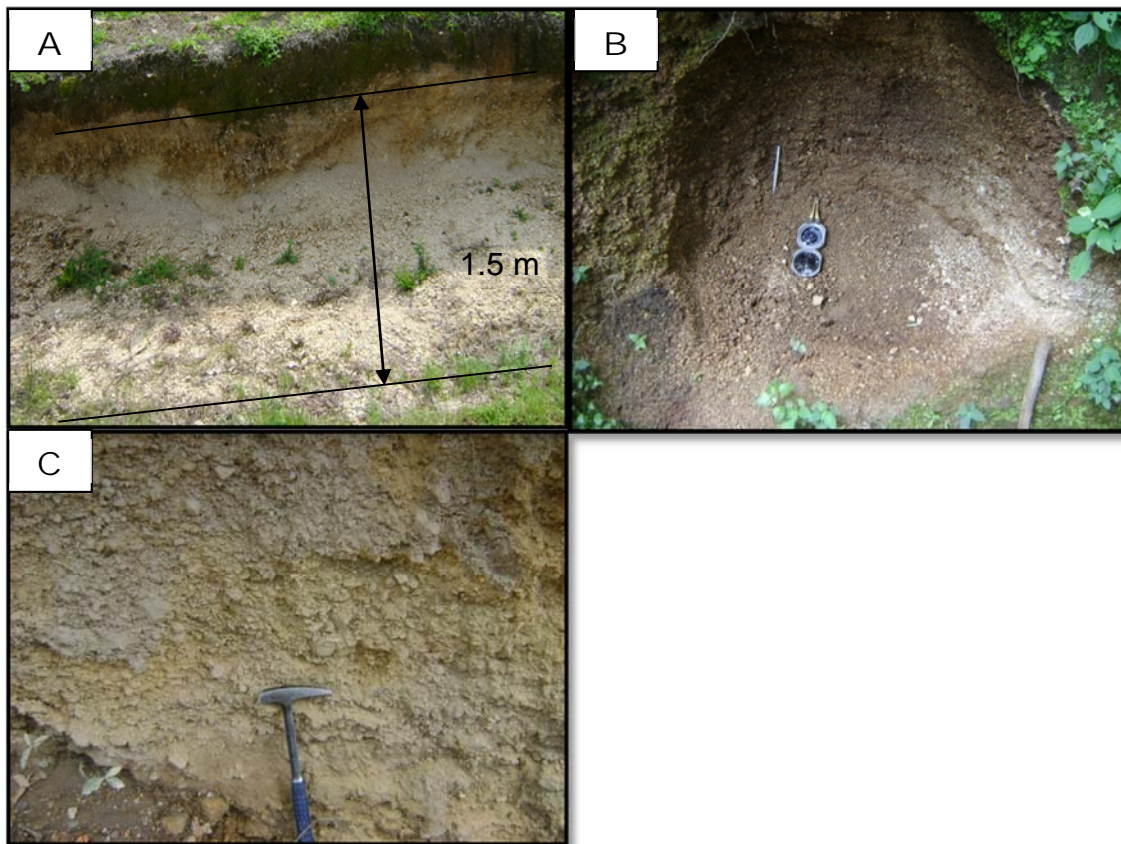
Los espesores de esta ceniza son variables, en las pendientes de los cerros, en los valles se puede encontrar varios metros de espesor de ceniza aproximadamente horizontes de 1.5m a más.

Principalmente está compuesta de piroclastos de caída, de tamaño de 3cm a 2mm.

Se compone de granos gruesos heterolíticos en la parte de la base no consolidados, más hacia el techo de la secuencia por ceniza fina. Los tamaños de grano de la ceniza varían entre 2mm a 64 mm por lo que son de tamaño lapilli (ceniza lapillítica), en la base se encuentra tamaño de grano grueso y hacia el techo ceniza de grano fino, aunque esta secuencia no se encuentra bien marcada. En su composición mineralógica presenta magnetita y piroclásticos félsicos.

FOTOGRAFÍA 22

A. ESPESOR APROXIMADO DE CENIZAS, B. C. VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO EN HORIZONTES DE CENIZA.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Estratigráficamente las cenizas se encuentran depositadas por encima de las tobas líticas y los flujos riolíticos y el contacto entre esta unidad y las otras rocas es discordante erosivo.

Los espesores aproximados de estas cenizas varían de 1.5 a 3 metros, aunque en laderas los espesores son menores a los 2 metros. Se hayan mayores espesores en las planicies, con aproximadamente 5 m de igual forma en las laderas de los cerros.

5.1.6 Unidad de coluvión (Qcol)

Esta unidad se encuentra abarcando un área de 2 km² en el área de estudio (Anexo 1 “mapa geológico”), estos coluviones se encuentran principalmente al Noroeste en donde las mejores exposiciones de esta unidad están en la aldea las minas.

FOTOGRAFÍA 23 **COLUVIÓN UBICADO EN CARRETERA QUE CONDUCE A ALDEA LAS NUECES.**



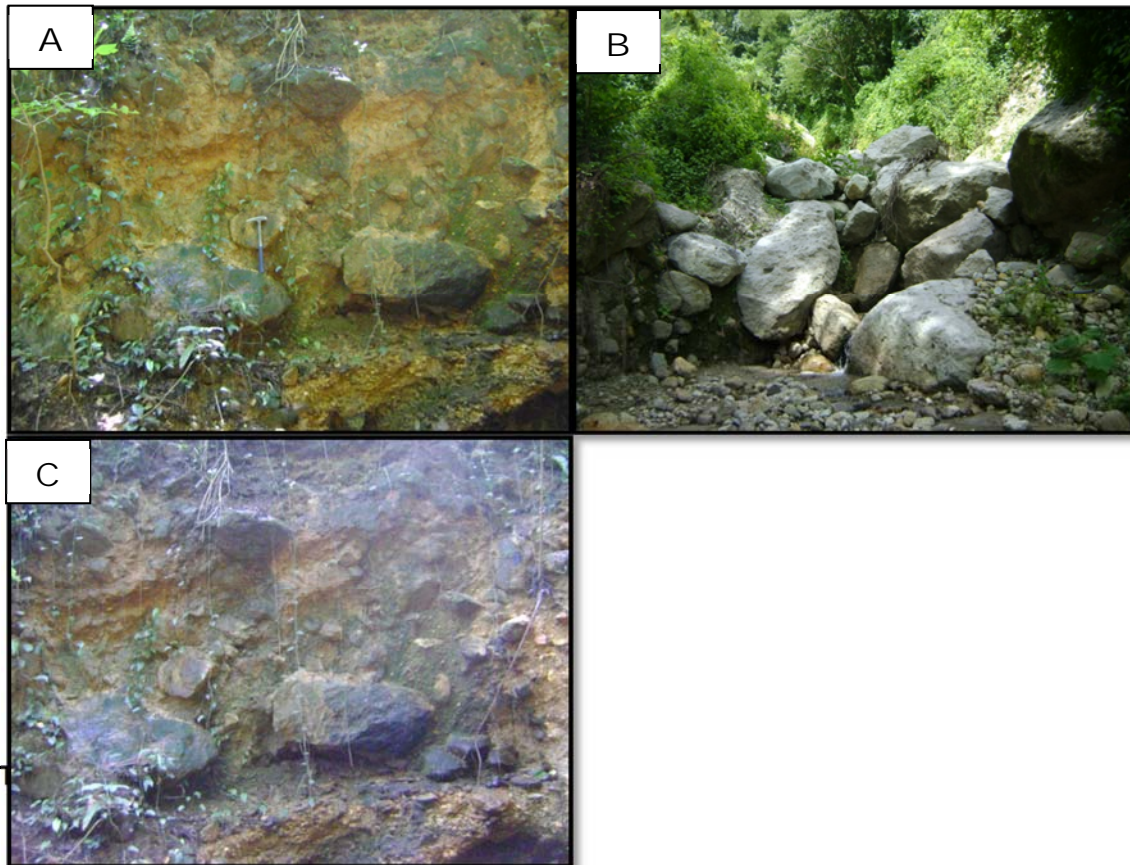
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

Esta constituido de bloques de tobas, andesitas, basaltos, conglomerados, riolitas, principalmente. Presenta fragmentos con dimensiones mayores a 2m.

No tiene ninguna estructura sedimentaria y se encuentra en espesores mayores a 3 m. esta unidad ha depositado rocas de variados tamaños y su composición es heterolitica. Fotografía 23.

FOTOGRAFÍA 24

A. COLUVIÓN UBICADO AL NORTE DEL ÁREA, EN LA ALDEA LAS MINAS, LOS BLOQUES SON DE DIVERSOS TAMAÑOS Y ANGULOSOS. **B.** COLUVIÓN UBICADO EN RIO DORADO. **C.** COLUVIÓN UBICADO EN LA QUEBRADA LOS TANQUES, EN ESTA ZONA EL COLUVIÓN SOBREPASA ESPESORES DE 3.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

El coluvión se encuentra depositándose en zonas donde la pendiente es abrupta y activa, por lo que el material se desliza a favor de la pendiente llegando a las planicies y laderas de cerros.

5.1.7 Unidad de aluvión (Qal)

La unidad de aluvión, son rocas no consolidadas que se encuentran depositadas en los ríos y quebradas ubicados en el área. Tiene una extensión espacial aproximada de 1 km², y los bloques que son transportados corriente abajo son muy variados (Fotografía 25) en cuanto a tamaño, tipo y composición.

FOTOGRAFÍA 25 ALUVIÓN UBICADO EN EL RIO LAS MINAS, TRANSPORTA BLOQUES DE ROCAS MAYORES A LOS 1.3 M Y LOS DEPOSITA EN LA CONTINUIDAD DEL RIO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

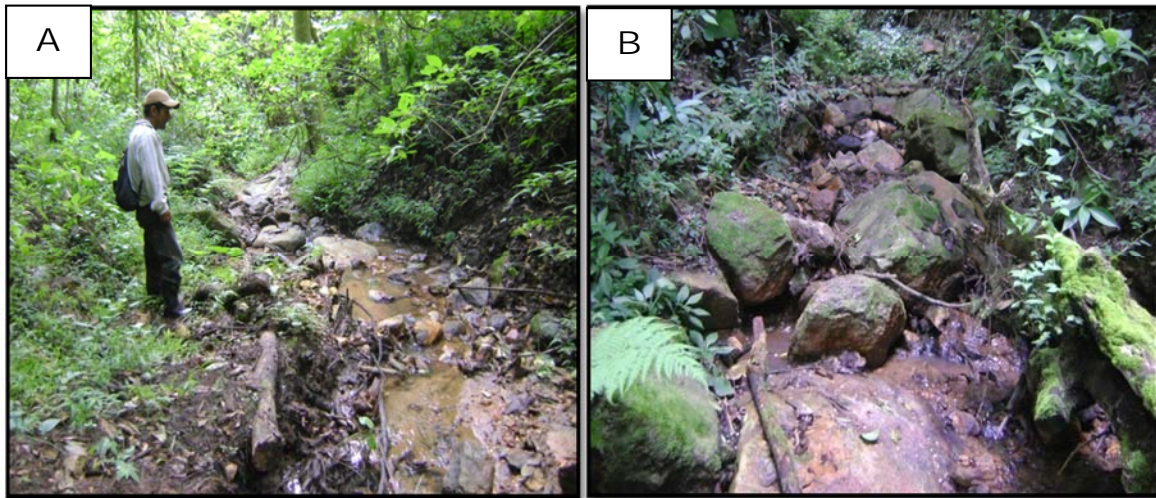
Las mejores exposiciones de aluviones se encuentran en Rio Dorado, Rio Las Minas, quebrada Los Tanques. Se considera como

la unidad de rocas más reciente en la secuencia litoestratigráfica del área de estudio.

Tiene bloques que son transportados por ríos y quebradas a favor de la pendiente y el tamaño de estos fragmentos de rocas puede ser variado, pudiendo encontrarse tamaños de centímetros a bloques mayores a 2 m.

FOTOGRAFÍA 26

A. ALUVIÓN UBICADO EN QUEBRADA LOS TANQUES B. ALUVIÓN UBICADO EN RIO DORADO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

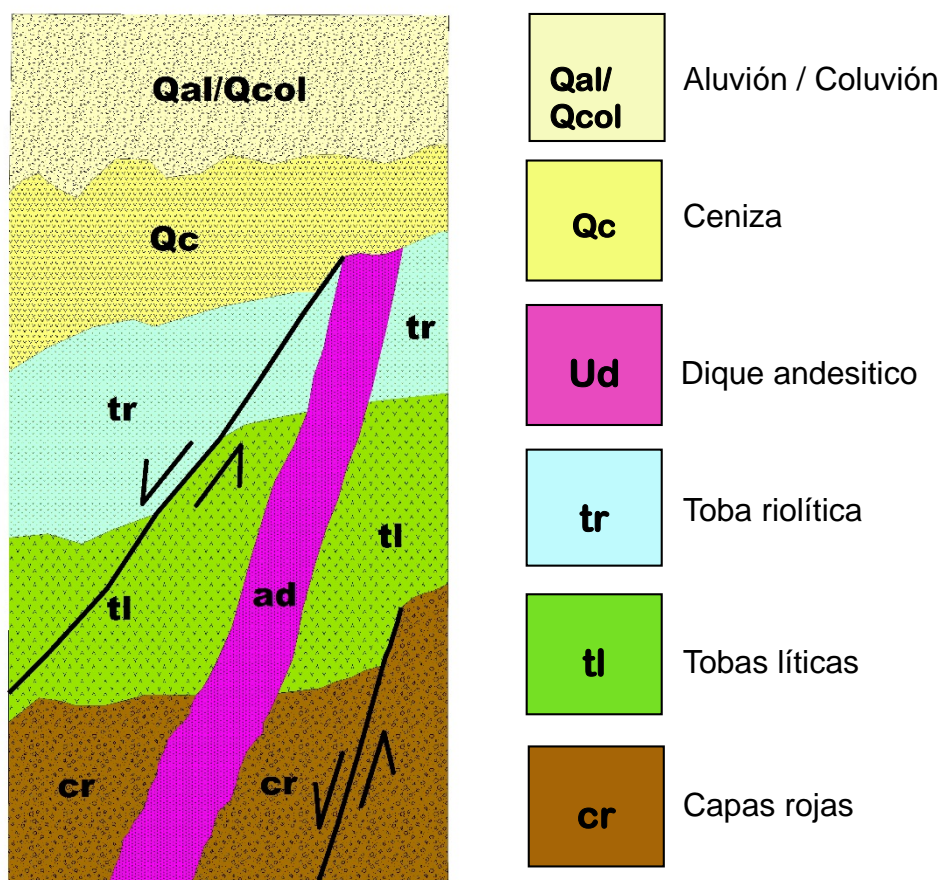
Se compone principalmente por guijarros de tobas, conglomerados, areniscas, andesitas, según lo observado en campo.

Esta unidad es de una edad reciente, se atribuye al cuaternario hasta la actualidad debido a que aún continúa en constante deposición

5.2 Columna litoestratigráfica local

La columna litoestratigráfica reconoce seis unidades litológicas diferentes, entre las cuales la unidad más antigua se describe como unidad de capas rojas (cr), depositadas discordantemente se encuentran tobas líticas (tl) y por encima de estas tobas riolíticas (tr), se encuentra cortando a las capas rojas (cr) la unidad de diques (ud). Por encima de estos se encuentra la ceniza pomácea (Qc) y finalizando la secuencia se encuentran coluvión y aluvión (Qal/Qcol) que son las unidades más recientes y que aún siguen en constante deposición.

FIGURA 23
COLUMNA LITOSTRATIGRAFICA LOCAL.



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

CAPÍTULO 6

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Este capítulo muestra los rasgos estructurales observados en campo, en los cuales podremos encontrar estratificaciones, fracturas y fallas.

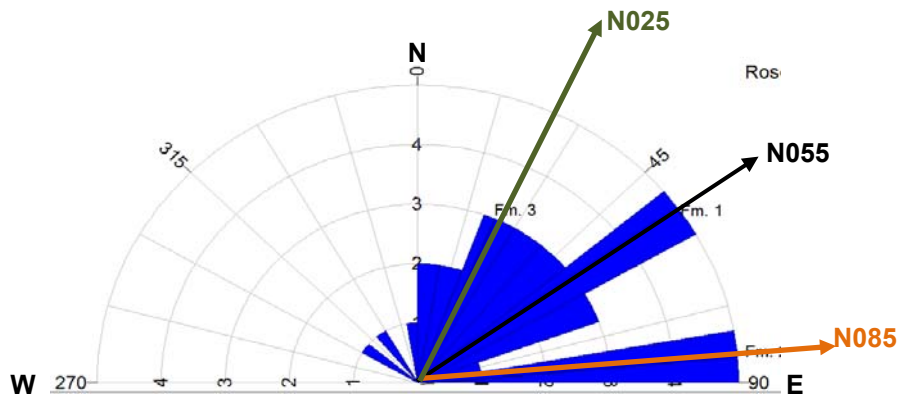
Se inicia describiendo los lineamientos observados en base a fotografías aéreas y en el modelo de elevación digital (DEM), luego se describen las estructuras como fracturas y su patrón preferencial y por último un análisis de fallas medidas en campo para la interpretación final de una elipse de deformación local.

6.1 Alineaciones

Las alineaciones son trazas determinadas en fotografías aéreas, estas líneas pueden asociarse a rasgos geológicos estructurales como fallas, fracturas, vetas de cuarzo, diques, contactos litológicos etc. El modelo de elevación digital (DEM) obtenido con el programa ArcGis 10.0, muestra la distribución y orientación de estos en el área de estudio (Figura 24)

Se generó un diagrama de rosa para determinar las direcciones preferenciales de los lineamientos con la medición de la orientación de estas líneas como muestra el diagrama (Figura 24).

FIGURA 24
DIAGRAMA DE ROSA, ORIENTACIÓN DE PRINCIPALES
ALINEACIONES.

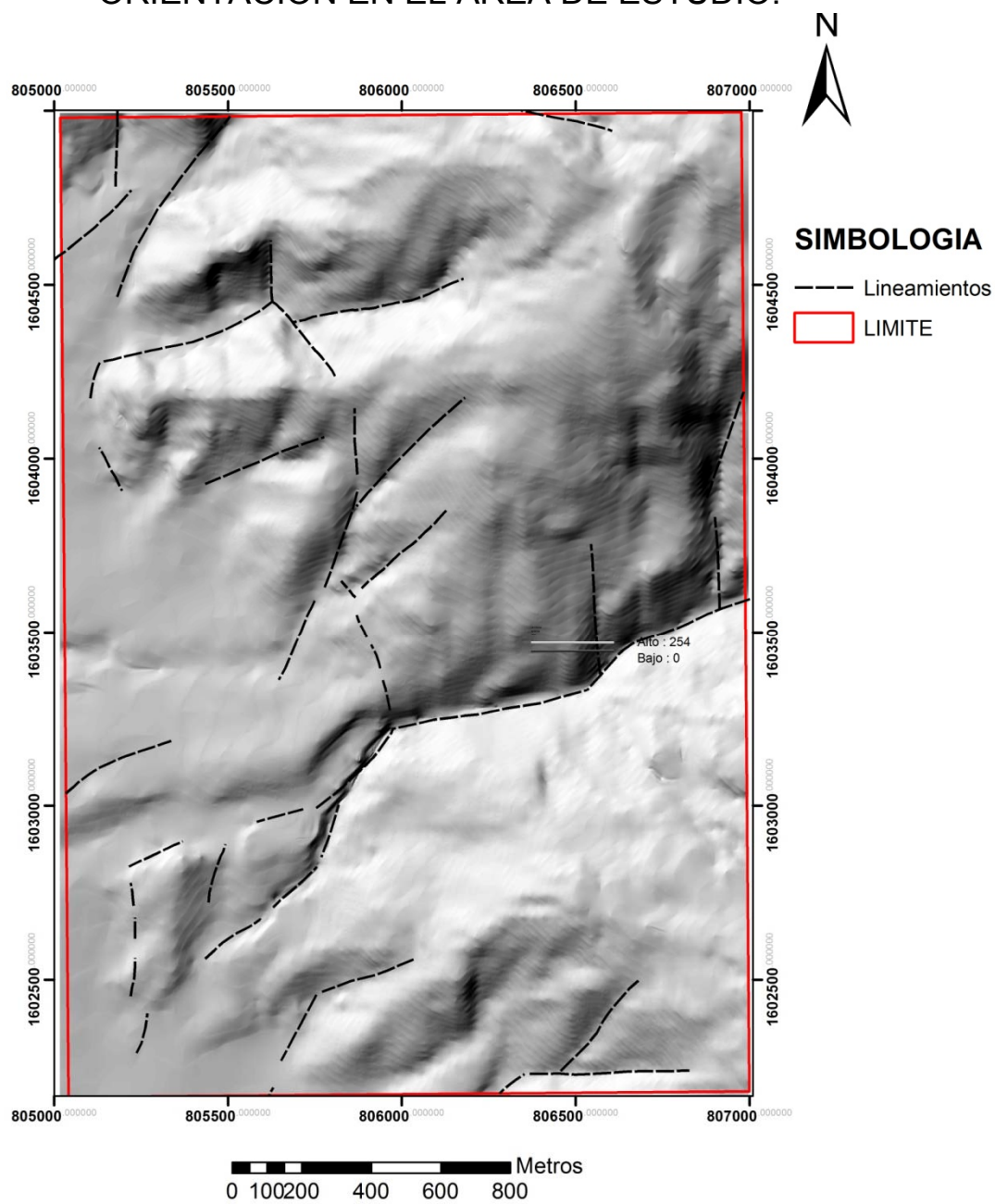


Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

El diagrama muestra la distribución preferencial de alineaciones. Se pueden determinar 3 familias de orientaciones de alineaciones diferentes, la familia predominante se encuentra con una orientación N055; la segunda familia se encuentra con una orientación N085; por último se puede determinar la tercera familia con una orientación N025, las cuales se obtuvieron con la medición de los alineamientos.

Los alineamientos pueden clasificarse según su longitud espacial (figura 25), los mayores a 4 km, se clasifican como lineamientos mayores, los que están entre 2 y 1 Km respectivamente se clasifican como lineamientos medianos y los que son menores a 1 Km se clasifican como lineamientos menores.

FIGURA 25
MAPA DE ALINEACIONES, MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN Y ORIENTACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.



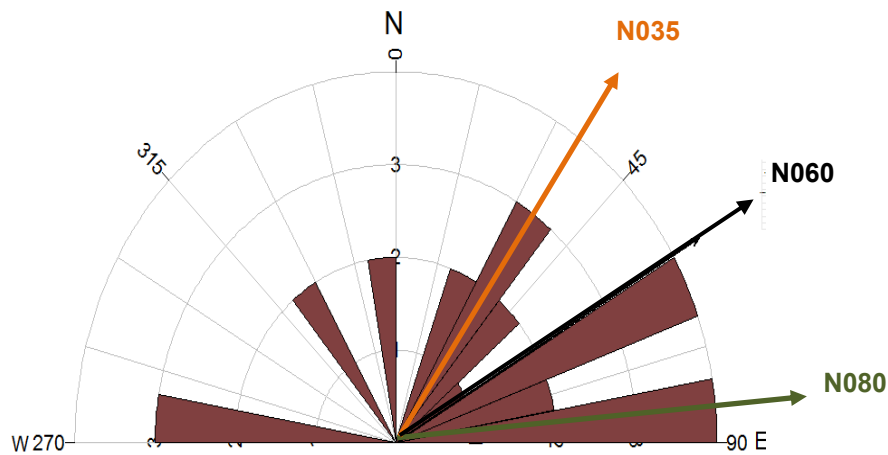
1:15,000

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

6.2 Estratificación en capas rojas.

La estratificación es una estructura primaria en rocas sedimentarias. Se origina por la deposición de sedimentos que han sido erosionados de otras rocas, acumulando estos sedimentos en capas o estratos que al sufrir diagénesis da origen a esta estructura primaria de las rocas.

FIGURA 26
DIAGRAMA DE ROSA, PLANOS DE ESTRATIFICACIÓN EN CAPAS ROJAS. TÉCNICA UTILIZADA EN TOMA DE DATOS ESTRUCTURALES DIP DIRECTION.



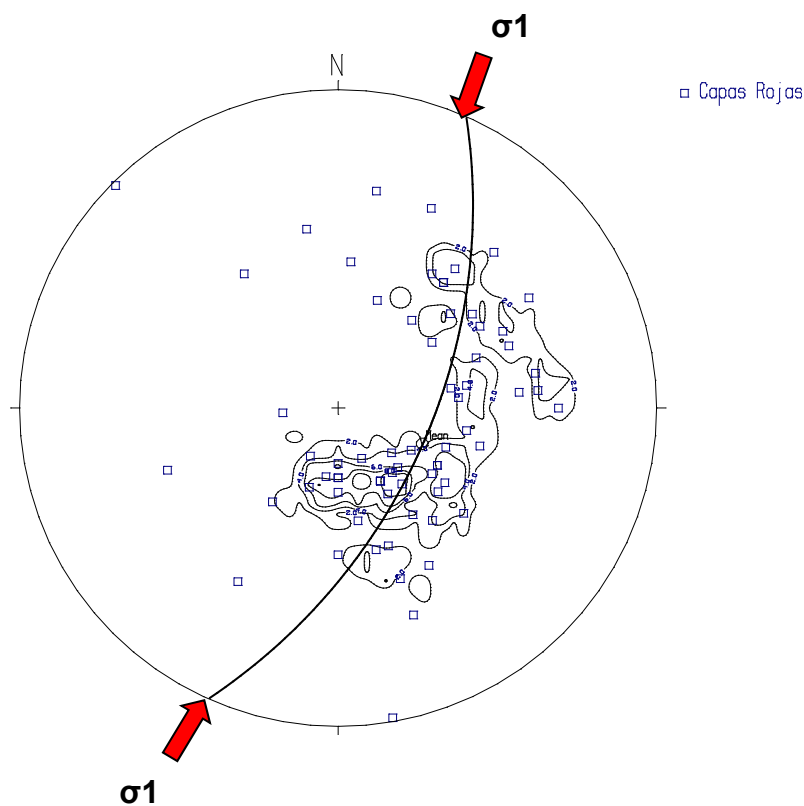
Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

Puede establecerse la dirección preferencial de las estratificaciones por medio de un diagrama de rosa (Figura 26), las familias que más predominan se encuentran en los patrones N080 como familia principal, los estratos que se disponen en dirección N060 son para la familia secundaria, y como una tercera familia las estratificaciones que se encuentran en dirección N035. (Base de datos Anexo VI).

Se puede reconocer la dirección de los esfuerzos compresivos mediante un estereograma de polos de planos de estratificación (Figura 27) así como también si las rocas sufren deformación evidenciando la distribución y orientación de pliegues.

El estereograma muestra la concentración de polos de planos de estratificación, los cuales guardan relación con la orientación de estratificaciones (Figura 26) hacia el NW y SW, también puede determinarse la orientación de esfuerzos compresivos que afectan a las rocas, estos se encuentran orientados NE-SW.

FIGURA 27
ESTEREOGRAMA DE POLOS DE ESTRATIFICACIÓN.



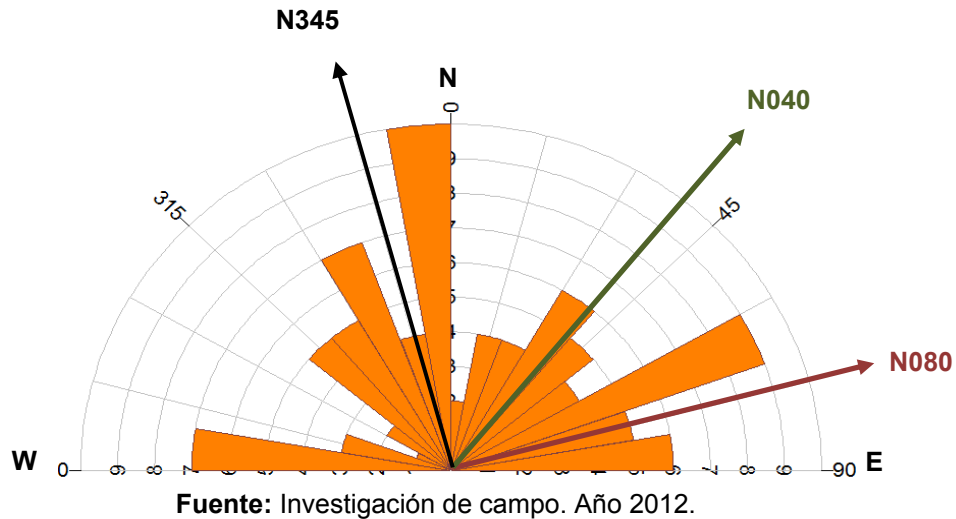
Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

6.3 Estratificaciones en tobas líticas.

Las estratificaciones se forman a partir de la caída y deposición de material piroclástico. El diagrama de la (figura 28) muestra la disposición, de diferentes direcciones estratificación, esto se debe a que los flujos

piroclásticos son depositados sobre rocas que condicionan la disposición de estos en función del paleo-relieve (Figura 25).

FIGURA 28
DIAGRAMA DE ROSA, PLANOS DE ESTRATIFICACIONES.



Se puede determinar tres familias de dirección de planos de estratificación la primera familia se dispone en dirección N345, en dirección N080 se encuentra dispuesta la segunda familia, y la tercera familia se encuentra dispuesta en dirección N040 (Base de datos Anexo VI).

6.4 Fracturas

Las fracturas son estructuras geológicas que son producto del comportamiento frágil de las rocas ante esfuerzos locales según su tipo, para el caso del área de estudio distensivos.

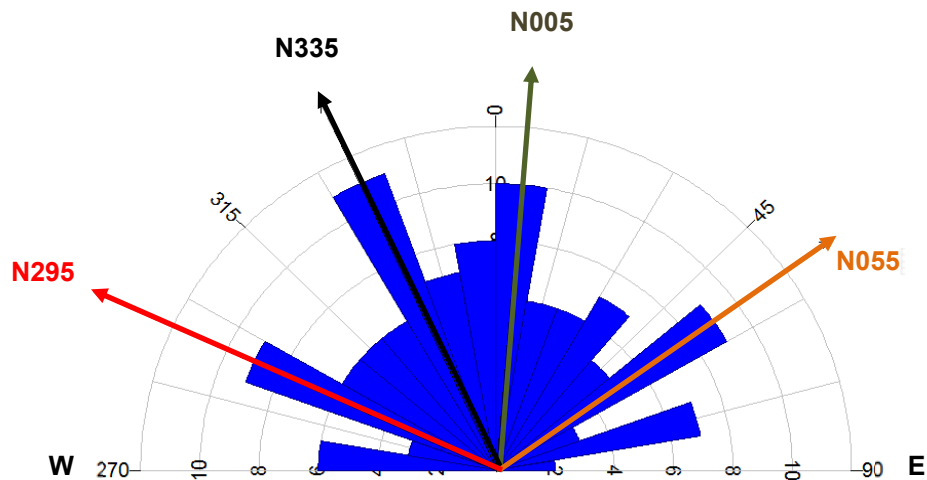
A partir de diagrama de rosa se estableció la dirección preferencial de estas estructuras (Figura 29), según la unidad litológica en la que se encuentran, con el objetivo de definir zonas estructurales de fracturamiento (Base de datos Anexo VI).

FOTOGRAFÍA 27
PLANOS DE FRACTURAS EN DE CAPAS ROJAS, SE
ENCUENTRAN EN DIRECCIÓN 70/N320.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

FIGURA 29
DIAGRAMA DE ROSA, PLANOS DE FRACTURA.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

Existen 4 familias bien definidas en la dirección de los planos de fracturas (Figura 29). La familia principal tiene dirección N335, que corresponde a las fracturas en la unidad de capas rojas (Figura 30), la

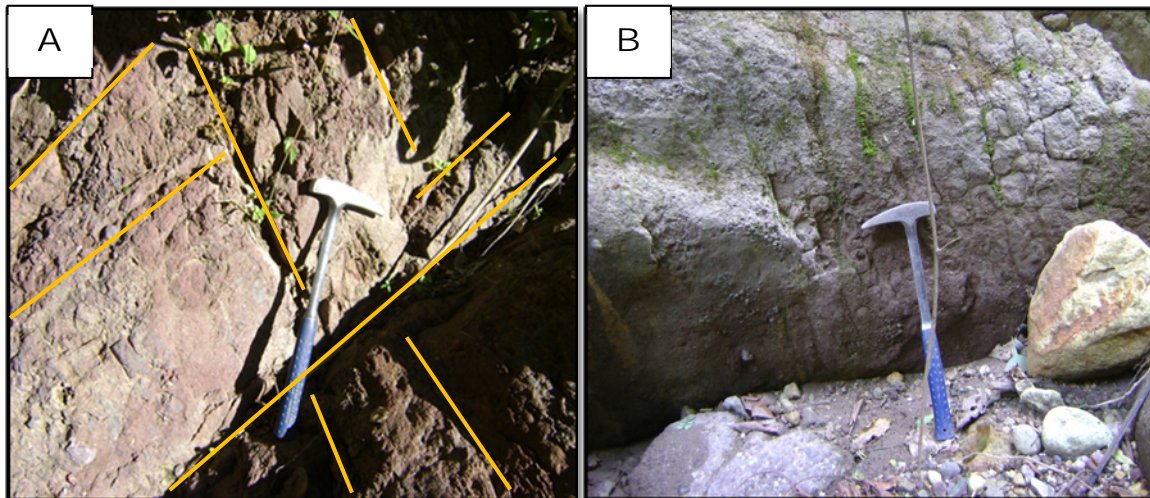
segunda familia de fracturas se dispone en dirección N005, estas corresponden a fracturas en tobas líticas, el tercer patrón en dirección N295 se asemeja al patrón de fracturas en las tobas riolíticas (Figura 32), y la cuarta familia en dirección N055.

Para definir mejor el comportamiento del fracturamiento se analizan por separado las fracturas en función del tipo de roca en donde fueron medidas, esto con el objetivo de caracterizar el comportamiento de estas estructuras por unidad de roca y definir zonas estructurales.

6.4.1 Fracturas en capas rojas

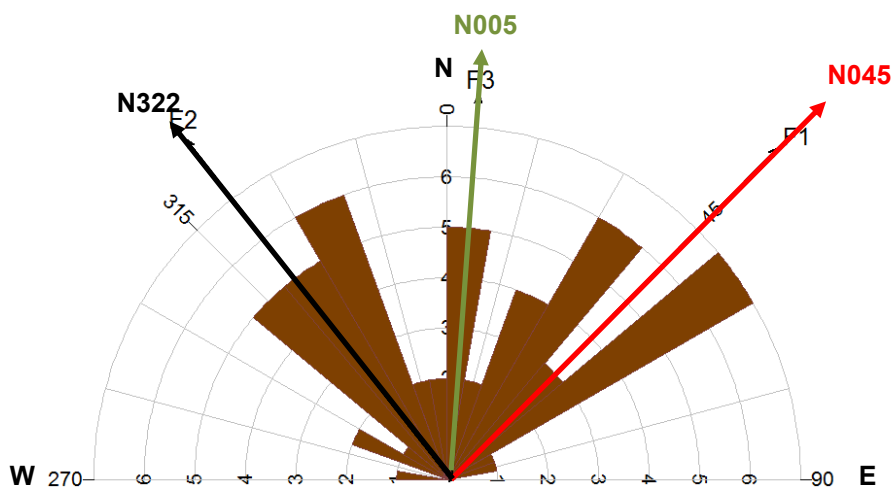
La disposición de orientación de planos de fracturas (Figura 30) en la unidad de capas rojas, considerada como la unidad litológica más antigua del área de estudio.

FOTOGRAFIA 28 A Y B. DISPOSICIÓN Y RELACIÓN ANGULAR ENTRE FRACTURAS MEDIDAS EN CAPAS ROJAS



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

FIGURA 30
DIAGRAMA DE ROSA, PLANOS DE FRACTURA EN UNIDAD DE
CAPAS ROJAS.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

Las capas rojas presentan 3 patrones de fracturamiento principales, que son producto de esfuerzos distensivos locales. El patrón 1 se dispone en dirección N045, se encuentra con una dirección N322 el segundo patrón, y el tercer patrón de fracturas se encuentra en dirección N005 (Base de datos Anexo VI).

6.4.2 Fracturas en tobas líticas.

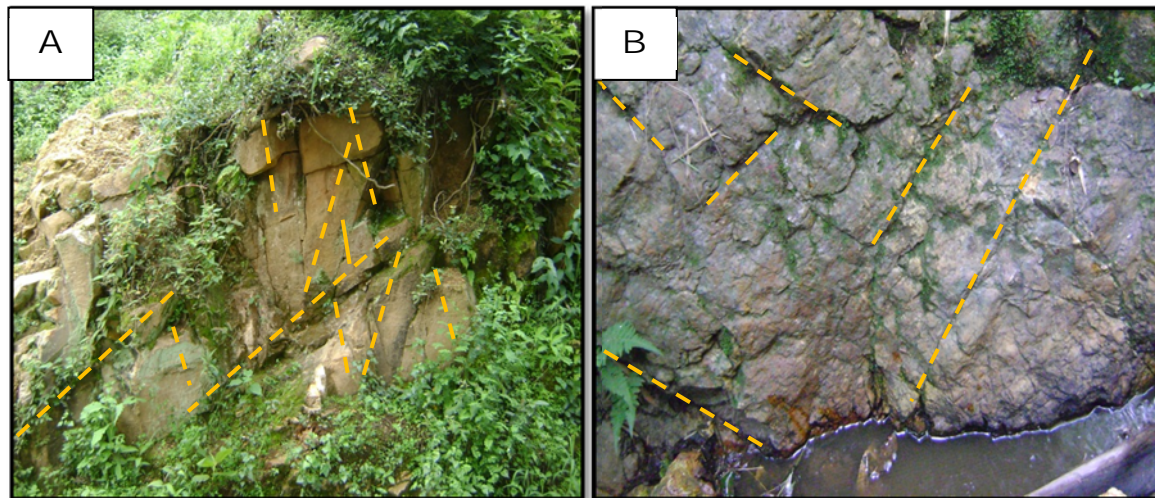
En la unidad de tobas líticas, las principales familias de fracturas se disponen orientadas hacia el NW, y NE (Figura 31). Estas fracturas pudieron haberse formado bajo el mismo evento de deformación, con esfuerzos compresivos N-S y esfuerzos de estrés E-W. Estos patrones pueden ser medidos en función de su concentración y disposición espacial en el diagrama de rosa.

Existen 3 familias de fracturas en las tobas, que son el resultado de esfuerzos compresivos y distensivos. La primera familia se encuentra en dirección N350, en dirección N075 se dispone la

segunda familia y la tercera familia se dispone en dirección N297 (Figura 31).

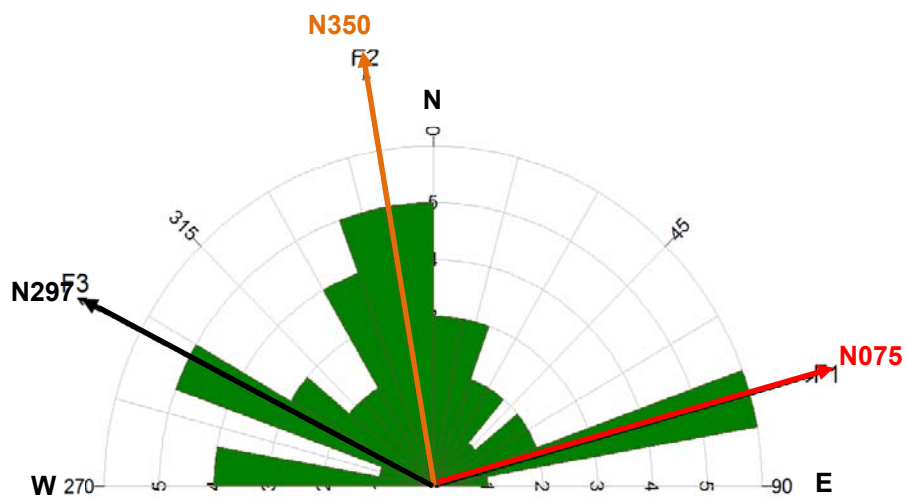
FOTOGRAFIA 29

A. AFLORAMIENTO DE TOBAS LÍTICAS, FAMILIAS DE FRACTURAS, LA RELACIÓN ANGULAR QUE GUARDAN ENTRE ELLAS ES DE 45° A 60° . **B.** FAMILIA DE FRACTURAS MEDIDAS EN TOBAS LÍTICAS, GUARDAN ÁNGULO DE 90° ENTRE SI.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

FIGURA 31
DIAGRAMA DE ROSA, PLANOS DE FRACTURA EN TOBAS LÍTICAS.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

6.4.3 Fracturas en tobas riolíticas.

La unidad de flujos de riolita se encuentra bien fracturada pudiendo diferenciarse 3 familias en afloramientos (Fotografía 30).

FOTOGRAFIA 30

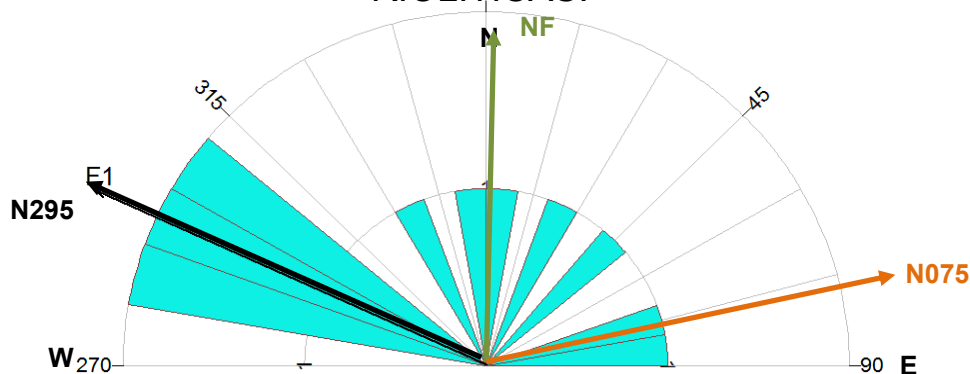
FRACTURAS DISPUESTAS EN TOBAS RIOLÍTICAS, GUARDAN ÁNGULO DE 45° EN RELACIÓN AL PLANO DE FALLA DE TIPO INVERSO, EL PATRÓN DOMINANTE DE FRACTURAS SE ENCUENTRAN EN DIRECCIÓN N295.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

FIGURA 32

DIAGRAMA DE ROSA, PLANOS DE FRACTURA EN TOBAS RIOLÍTICAS.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

Los planos de fracturas en riolitas medidos en campo, se encuentran dispuestos en dirección preferencial N295 como familia principal, se puede reconocer una segunda familia dispuestas al norte franco, y una tercera familia en dirección N075 (Figura 32).

6.5 Grietas de tensión

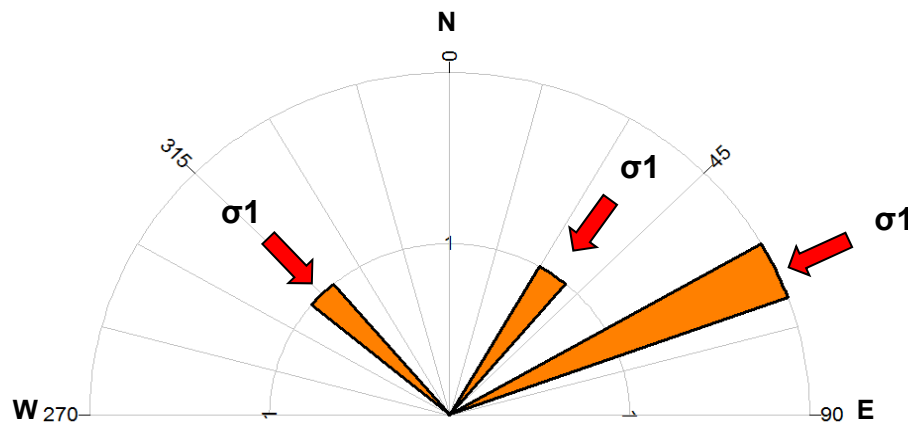
Las grietas de tensión son estructuras geológicas que se originan por esfuerzos compresivos los cuales a su vez están paralelos al plano de la grieta de tensión.

TABLA 10
PLANOS DE GRIETAS DE TENSIÓN

Localización (Coordenadas UTM NAD 27 Zona 15)		Plano de grietas de tensión	
X	Y	Dip	Dir
805981	1603737	80	300
806978	1603633	50	150
806319	1602218	40	40
806319	1602218	20	155

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

FIGURA 33
PLANOS DE GRIETAS DE TENSIÓN.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

La dirección de planos de grietas de tensión paralelos a la dirección de esfuerzos compresivo σ_1 (Figura 33), se encuentran en dirección N035, en N060 y N315.

6.6 Fallas

Las fallas son estructuras geológicas que se forman a raíz de procesos tectónicos y estas estructuras muestran desplazamiento entre 2 cuerpos de roca.

Estas estructuras se midieron en las diferentes unidades litológicas, a través de los indicadores cinemáticos como: tectoglifos, desfase de fracturas, y además se consideró el ángulo de pitch que determina el tipo de movimiento en la vertical y horizontal de la falla. Las fallas características del área fueron fallas normales puras, normales sinestrales, normales dextrales e inversas puras.

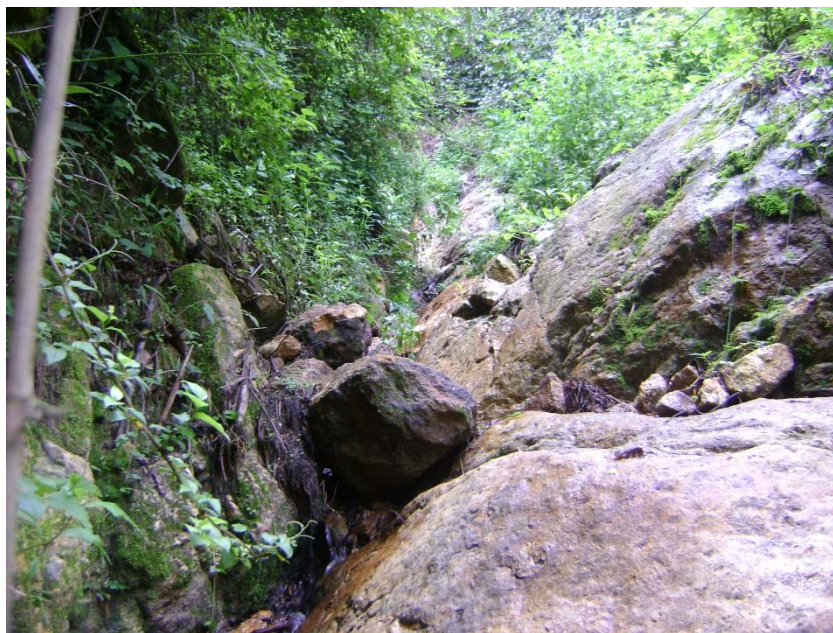
6.6.1 Fallas normales

Las fallas normales son generadas a través de esfuerzos distensivos, donde el bloque de roca techo baja y el bloque de roca base sube. En el área de estudio se identificaron tres tipos: normales puras, normales sinestrales y normales dextrales.

a. Normales puras

Estas fallas tienen ángulos de pitch que varía entre 80° a 90° la componente de movimiento horizontal se desprecia (Tabla 8).

FOTOGRAFÍA 31
PLANO DE FALLA NORMAL CON DOS DIFERENTES TIPOS DE
TECTOGLIFOS, ESCALONES Y ESTRÍAS.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

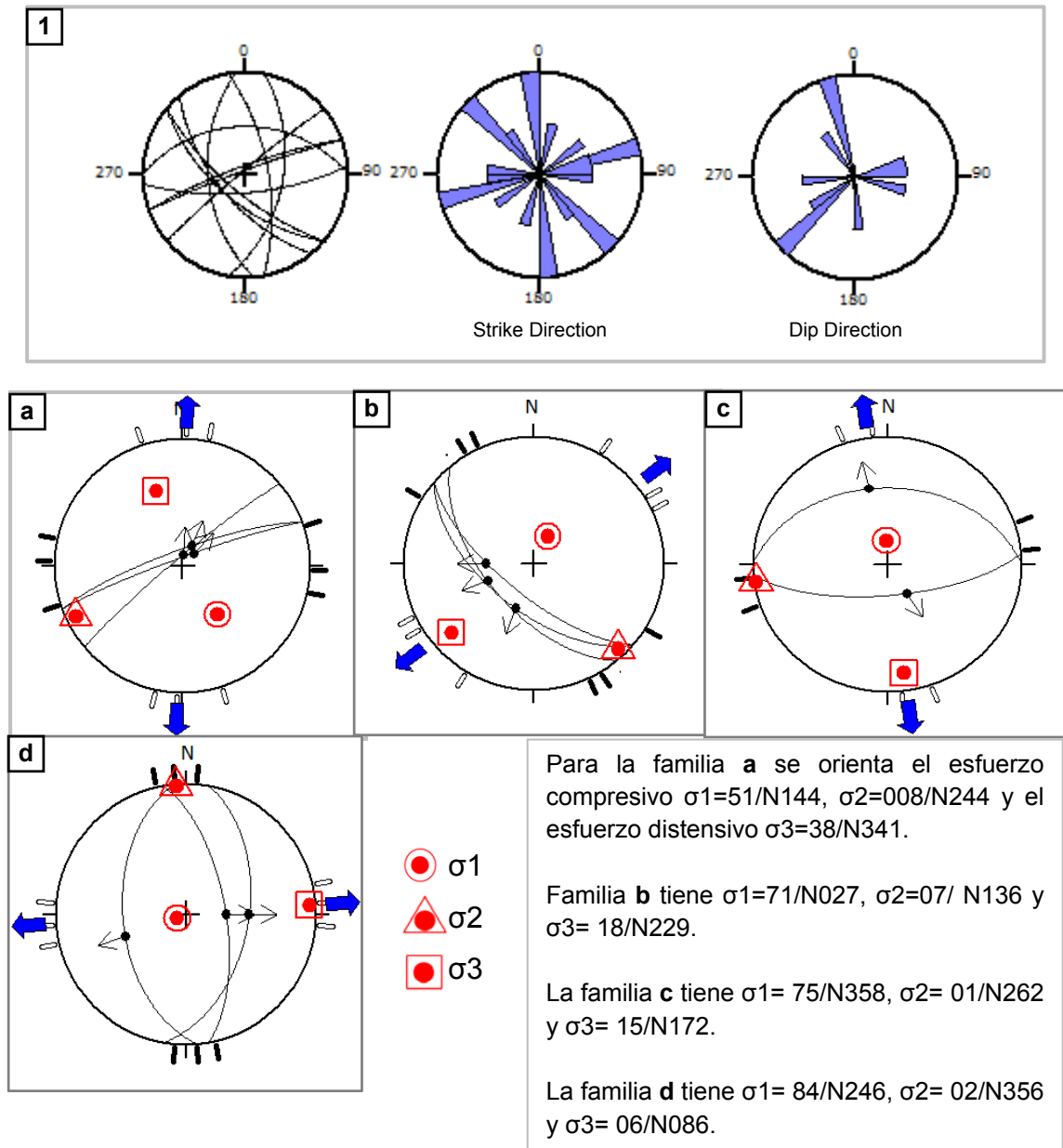
TABLA 11
FALLAS NORMALES PURAS CLASIFICADAS POR FAMILIA.

Localización (Coordenadas UTM NAD 27 Zona 15)		Plano de falla		Pitch
Este (X)	Norte (Y)	Dip	Dir	
Familia a				
806422	1605000	80°	340	80NE
806422	1605000	85°	340	80 NE
806422	1605000	85°	320	85 N
Familia b				
806363	1605017	60°	220	80 SE
805722	1604743	60°	230	80 NW
806205	1603288	70°	220	90
Familia c				
805625	1604418	40°	360	80 SW
805707	1604385	70°	175	80 NE
Familia d				
806341	1603319	50°	100	90
806638	1604477	65°	80	90

Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

FIGURA 34

FALSILLAS DE FALLAS NORMALES PURAS ANALIZADAS BAJO EL MÉTODO DE FALLAS CONJUGADAS. 1. FALSILLA GENERAL Y DIAGRAMAS DE ROSA, EL SISTEMA TIENE UNA DISTRIBUCIÓN TRIMODAL, CON ORIENTACIÓN DE PLANOS N330, NORTE FRANCO Y N080 (STRIKE DIRECTION), LOS BUZAMIENTOS SE DISPONEN NEE (N080), AL SW (N225) Y NW (350) (DIP DIRECTION), A,B,C,Y D FAMILIAS DE FALLAS.



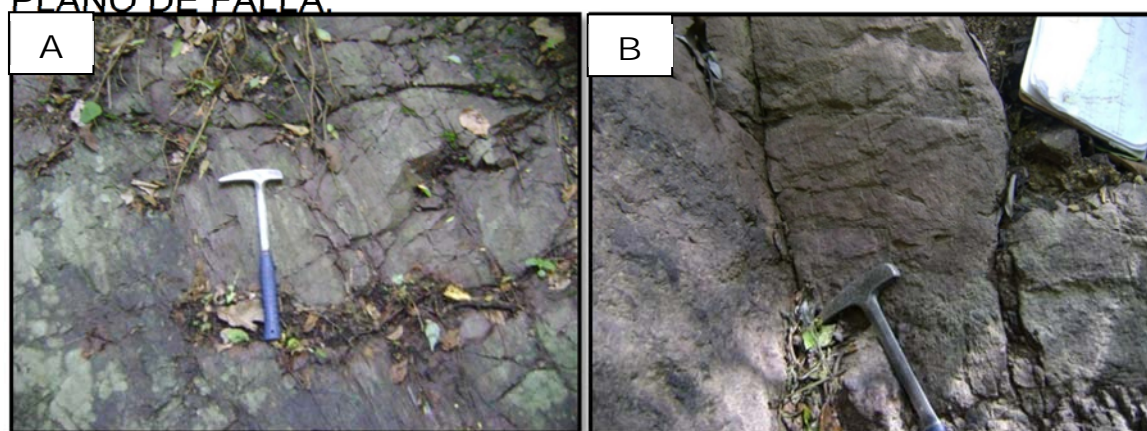
Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

b. Normales Siniéstrales.

Estas fallas se caracterizan por tener un Angulo de pitch que varía de 46° a 79° y la componente de movimiento horizontal hacia la izquierda.

FOTOGRAFÍA 32

A. PLANO DE FALLA NORMAL CON COMPONENTE LATERAL IZQUIERDO, LA ESTRUCTURA PRESENTA 2 TIPOS DE TECTOGLIFOS ESCALONES Y ESTRÍAS. **B.** ESPEJO DE FALLA NORMAL SINISTRAL PRESENTA ESCALONES Y ESTRÍAS EN EL PLANO DE FALLA.



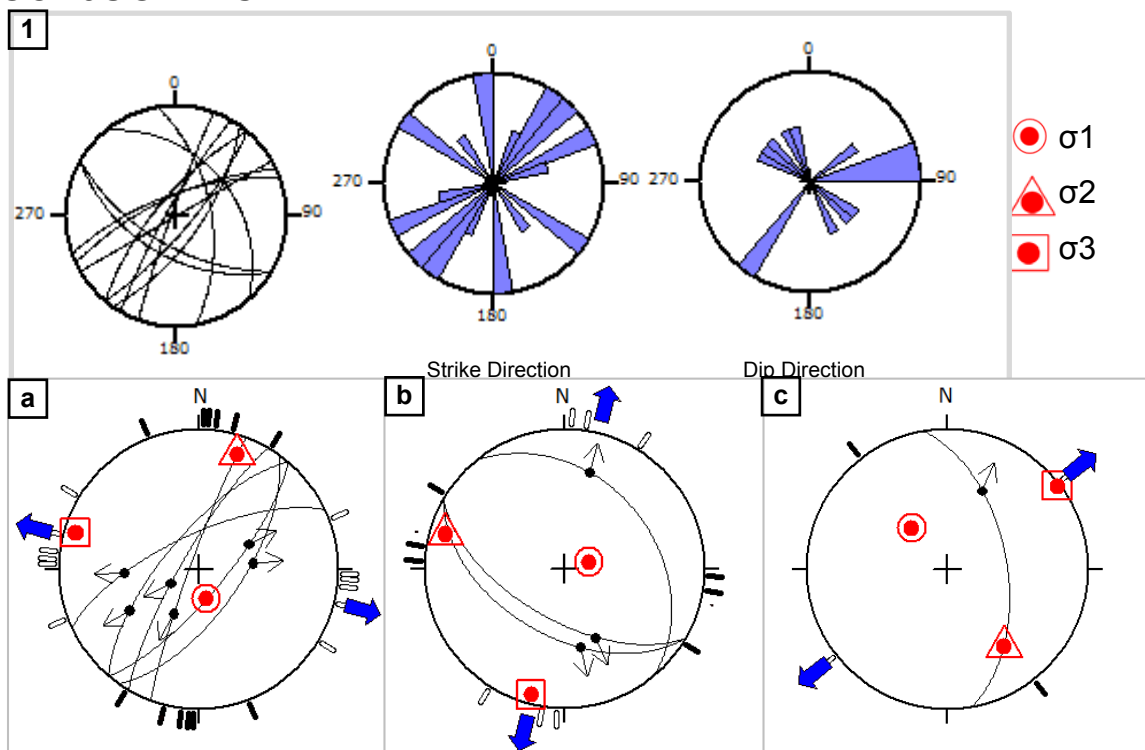
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

TABLA 12
FALLAS NORMALES SINIÉSTRALES CLASIFICADAS POR FAMILIA.

Localización (coordenadas UTM NAD 27 Zona 15)		Plano de falla		Pitch
Este (X)	Norte (N)	Dip	Dir	
Familia a				
806067	1604486	80°	300	75sw
806839	1603587	70°	310	45sw
806876	1604035	85°	290	60sw
806053	1603265	70°	335	50sw
806081	1603267	75°	130	60NE
806213	1602160	65°	125	70NE
Familia b				
806906	1604122	55°	80	50nw
805761	1604412	60°	210	55se
806053	1603265	35°	50	60nw
Familia c				
806572	1602247	68°	340	60 SW

FIGURA 35

FALSILLAS DE FALLAS NORMALES SINISTRALES. 1. FALSILLA GENERAL Y DIAGRAMAS DE ROSA EL SISTEMA DE FALLAMIENTO ES POLIMODAL Y PERPENDICULAR ENTRE FAMILIAS, LA PRIMERA COMBINACIÓN SE ORIENTA AL NE (N060), Y AL SE (N130), LA SEGUNDA COMBINACIÓN SE ORIENTA N175 CON N070 (STRIKE DIRECTION), LOS BUZAMIENTOS SE ATRIBUYEN NEE (N080) Y AL SW (N210) EXISTE UNA TERCERA FAMILIA DE BUZAMIENTOS SUBORDINADA AL NW (N310). A, B, C FAMILIAS DE FALLAS CONJUGADAS.



Las estructuras son analizadas bajo el método de fallas conjugadas, mostrados en los diagramas PBT.

Para la familia **a** se orienta el esfuerzo compresivo $\sigma_1 = 72/N166$, $\sigma_2 = 15/N019$ y el esfuerzo de estrés o distensivo $\sigma_3 = 09/N286$. La familia **b** tiene $\sigma_1 = 75/N074$, $\sigma_2 = 13/N286$ y $\sigma_3 = 07/N195$. Para la familia **c** los esfuerzos de compresión se orientan $\sigma_1 = 58/N319$, $\sigma_2 = 32/N134$ y $\sigma_3 = 02/N053$.

Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

c. Normales Dextrales.

Estas fallas se caracterizan por tener un ángulo de pitch que varía entre 46° a 79° y tienen componente horizontal de tipo dextral (tabla 10).

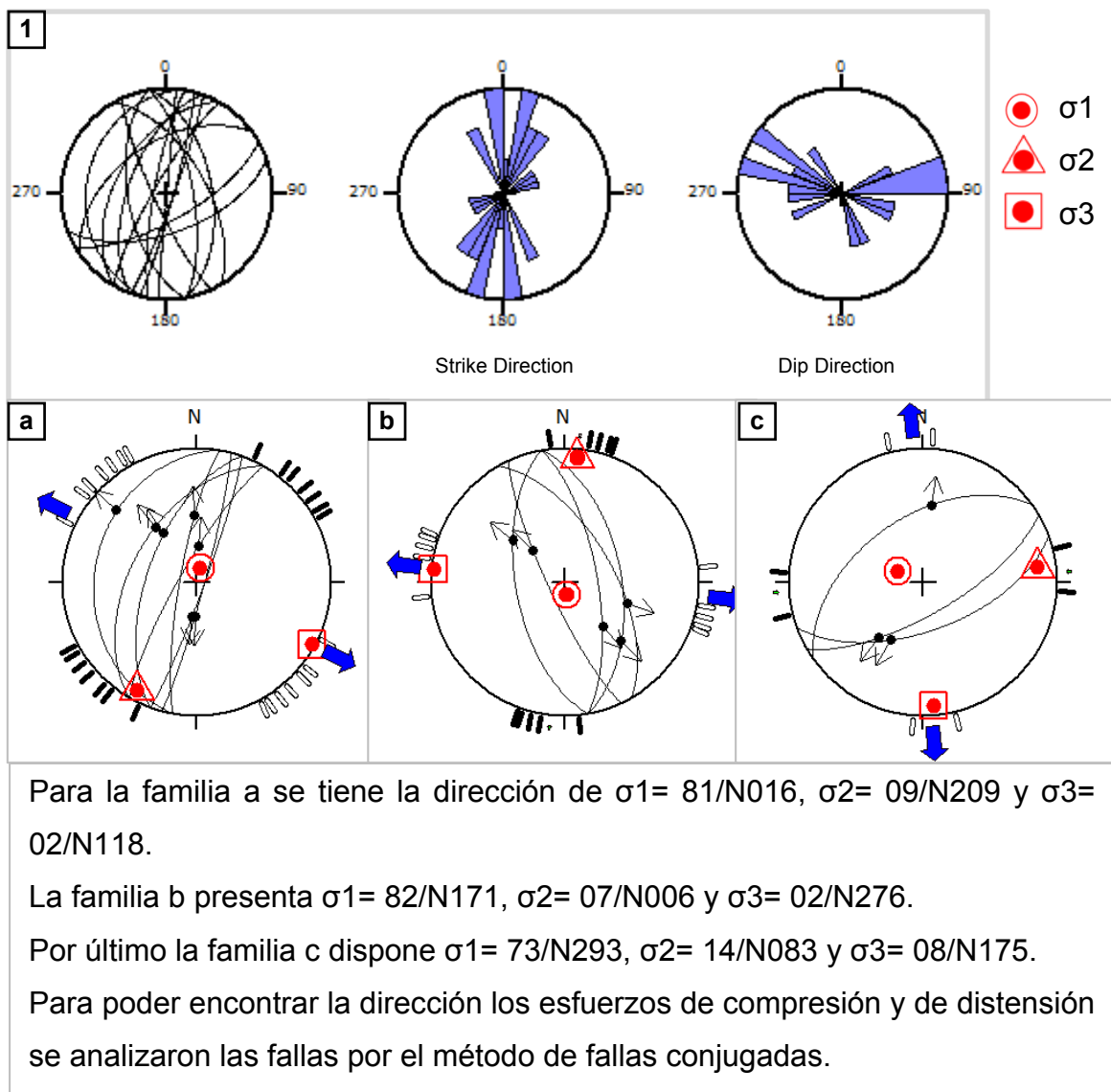
TABLA 13
FALLAS NORMALES DEXTRALES CLASIFICADAS POR FAMILIA.

Localización (Coordenadas UTM NAD 27 Zona 15)		Plano de falla		Pitch
Este (X)	Norte (Y)	Dip	Dir	
Familia a				
806043	1604477	50°	300	75 NE
806089	1604504	25°	280	60NE
805981	1603737	85°	110	70 SW
806853	1603643	85°	105	70 SW
805730	1604460	80°	300	70 NE
805711	1604723	80°	280	50 NE
805711	1604723	60°	290	70 NE
Familia b				
806906	1604122	55°	80	50 SE
806872	1603803	60°	260	60 NW
806493	1603348	60°	60	60 SE
805625	1604418	80°	245	65 NW
805711	1604723	70°	80	60 SE
Familia c				
806872	1603803	60°	160	60 SW
806871	1604031	70°	150	50 SW
806213	1602160	50°	325	60 NE

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

FIGURA 36

FALSILLAS EN FALLAS NORMALES DEXTRALES. 1. FALSILLA GENERAL Y DIAGRAMAS DE ROSA EL SISTEMA DE FALLAMIENTO PRESENTA UNA TENDENCIA PREFERENCIAL N-S (N350) Y (N310) EXISTE UNA SEGUNDA FAMILIA SUBORDINADA CON TENDENCIA E-W (N070) (STRIKE DIRECTION). LOS BUZAMINETOS SE DISTRIBUYEN AL NEE (N080) Y AL NW (N300) PRINCIPALMENTE. A, B, Y C DIAGRAMAS PBT DE FAMILIAS DE FALLAS NORMALES DEXTRALES LAS CUALES MUESTRAN EL ESFUERZO DE ESTRÉS (FLECHAS AZULES).



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

6.6.2 Fallas inversas puras.

Las fallas inversas se dan bajo esfuerzos compresivos y su característica es que el bloque techo sube y el bloque base baja. Se caracterizan por un ángulo de *pitch* de 80° a 90° (Tabla 11).

FOTOGRAFIA 33

FALLA INVERSA, MUESTRA DESPLAZAMIENTO DE LOS PLANOS DE FRACTURA, PRESENTA ÁNGULO 70° POR LO QUE SE CONSIDERA DE ALTO ÁNGULO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

TABLA 14

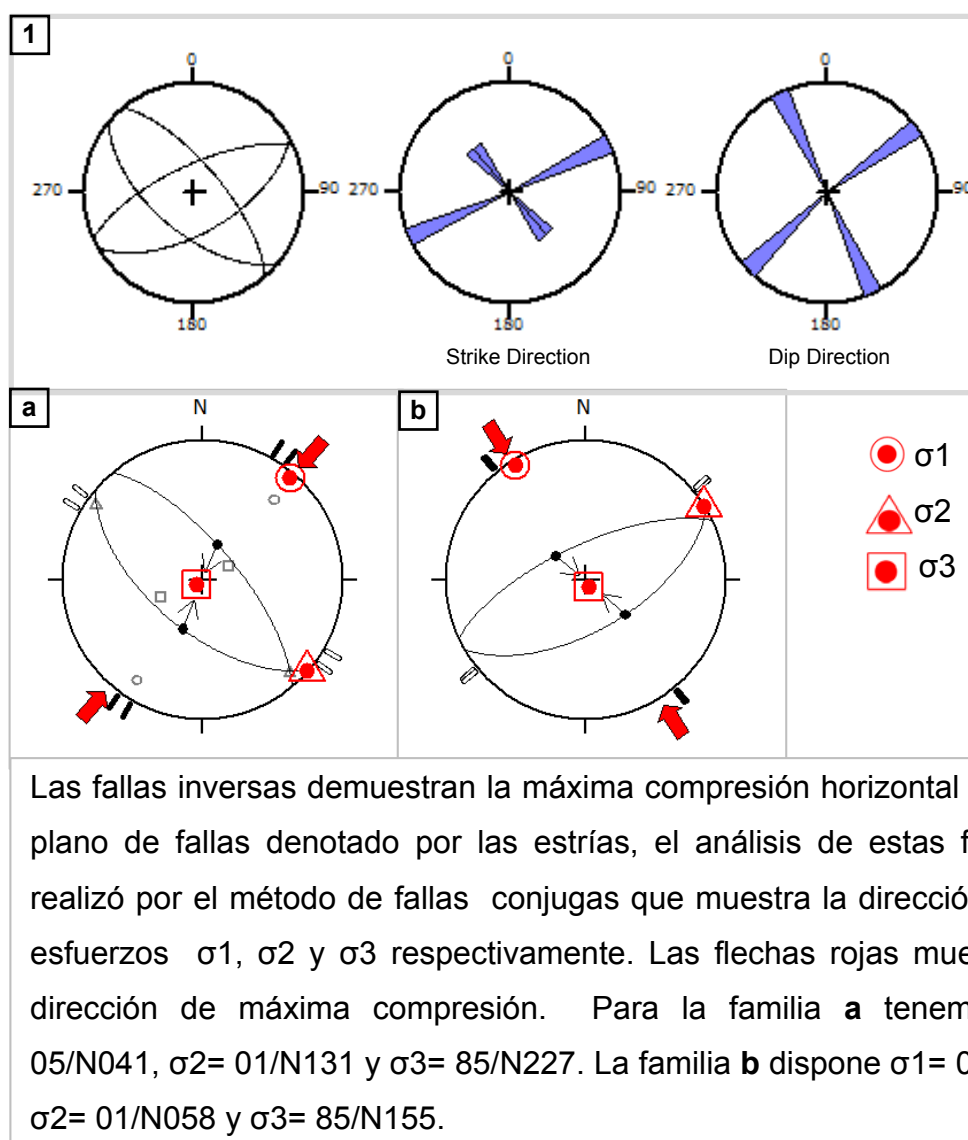
FALLAS INVERSAS CLASIFICADAS POR FAMILIA.

Localización (Coordenadas UTM NAD 27 Zona 15)		Plano de falla		Pitch
Este (X)	Norte (Y)	Dip	Dir	
Familia a				
806422	1605000	70°	50	80 NW
806336	1605019	60°	220	85 SE
Familia b				
806422	1605000	70°	335	80 SW
806422	1605000	60°	150	80 NE

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

FIGURA 37

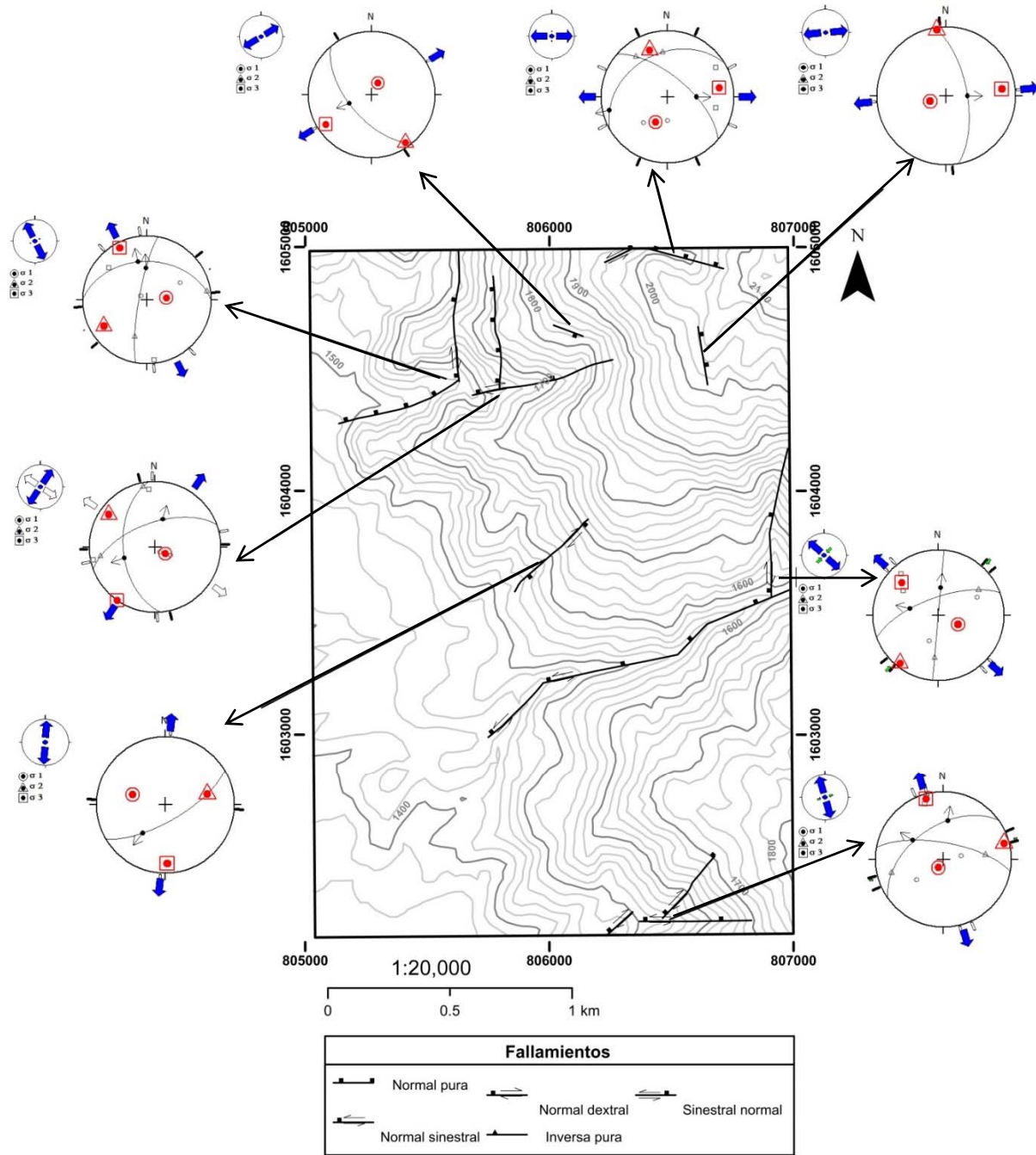
FALSILLAS FALLAS INVERSAS PURAS. 1. ESTEREOFALSILLA GENERAL Y DIAGRAMA DE ROSA. LAS FALLAS INVERSAS SE ENCUENTRAN PERPENDICULARES ENTRE INSINUÁNDOSE COMO CONJUGADAS, LA TENDENCIA PRINCIPAL DE FALLAS SE ORIENTA AL NE (N060) Y LA SEGUNDA FAMILIA SUBORDINADA SE ENCUENTRA ORIENTADA AL NW (N330). LOS BUZAMIENTOS SE DISPONEN AL NE, SE, NW Y SW “DIP DIRECTION”. A, B, DIAGRAMAS PBT DE FAMILIAS DE FALLAS INVERSAS QUE MUESTRAN LA MAYOR COMPRESIÓN (FLECHAS ROJAS).



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

FIGURA 38

MAPA ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO, REPRESENTA LA UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MEDICIÓN ESTRUCTURAL. LOS ESTEREOGRAMAS MUESTRAN EL ANÁLISIS DE FALLAS REALIZADO CON EL MÉTODO DE FALLAS CONJUGADAS. LAS FLECHAS HACIA AFUERA INDICAN LA DIRECCIÓN DE MÁXIMA EXTENSIÓN HORIZONTAL.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

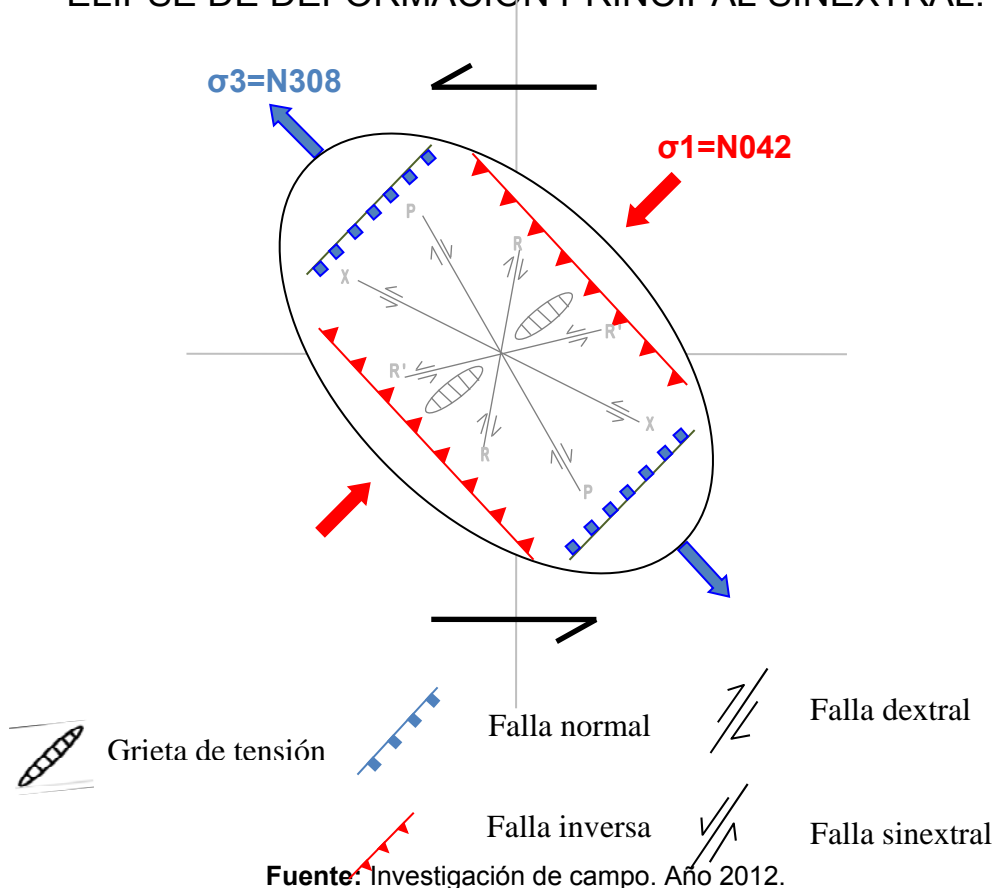
6.7 Elipse de deformación con cinemática Sinistral.

Se presenta una elipse con cinemática sinistral, que se asocia a la zona de falla Jocotan-Chamelecón, esto debido a que con el análisis de estructuras geológicas, existen esfuerzos que se acoplan al modelo sinistral regional de esta zona de falla.

Existe una zona de transtension, que localmente orienta sus esfuerzos de compresión NNE-SSW creando zonas de apertura en dirección NWW-SSE.

Para el modelo local de la elipse sinistral se disponen sigma 1 (esfuerzos de compresión) al N042, y sigma 3 (esfuerzos distensivo) a N308.

FIGURA 39
ELIPSE DE DEFORMACIÓN PRINCIPAL SINEXTRAL.

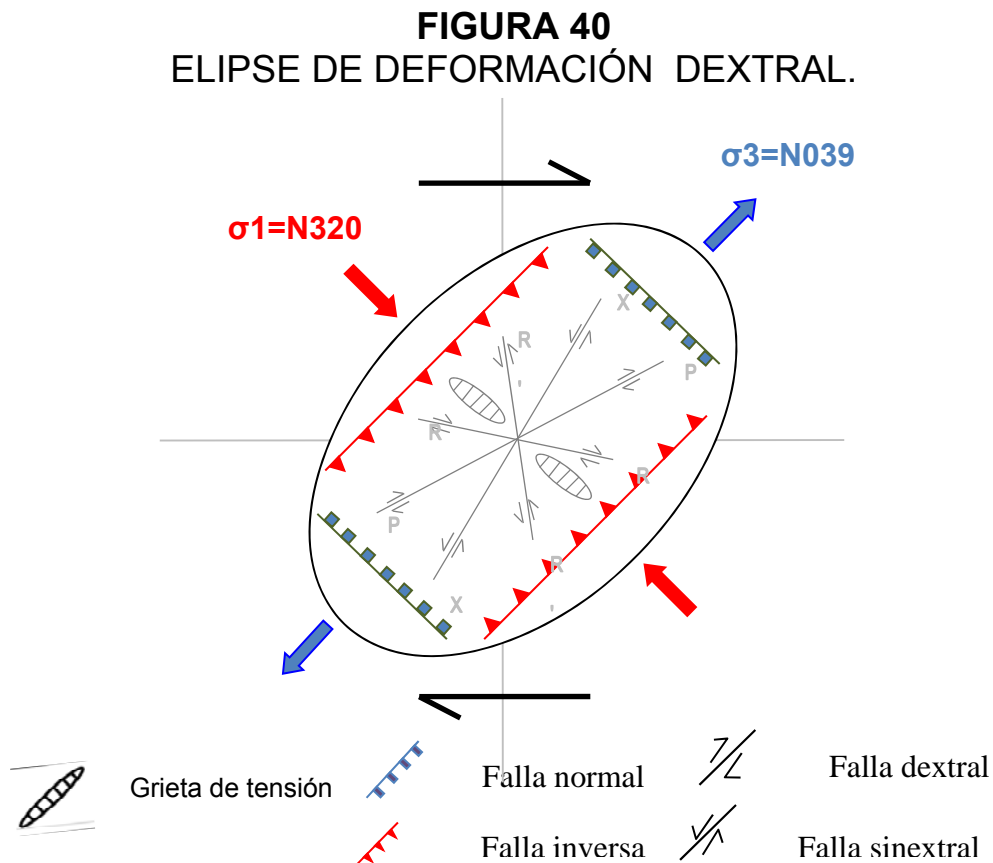


6.8 Elipse de deformación con cinemática Dextral.

Con el análisis de estructuras geológicas, se logró determinar la elipse de deformación para la zona, que tiene una cinemática de tipo dextral (Figura 40), se asocia a la influencia regional de la falla Jalpatagua, que presenta una cinemática del mismo tipo.

En la elipse teórica de la falla de Jalpatagua existen esfuerzos compresivos orientados NW-SE, en un análisis más detallado local, estos esfuerzos compresivos tienden a estar orientados NNW-SSE, lo que genera zonas de distensión o apertura en dirección NEE-SWW.

Existe gran influencia de eventos más antiguos que deforman las rocas, estos esfuerzos se asocian a la influencia de la zona de falla Motagua, Jocotan-Chamelecon.



Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

CAPÍTULO 7

GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Este capítulo muestra los aspectos geomorfológicos predominantes en el área, la que se encuentra ubicada fisiográficamente en las tierras altas volcánicas con alturas que varían entre 1300 la más baja y 2100 la más alta.

7.1 Unidades geomorfológicas

En el área de estudio se observaron formas geomorfológicas, que según sus características pueden ser clasificadas como denudacional o como agradacional, estas son moldeadas por factores tanto pluviales como fluviales que a su vez generan procesos de erosión sobre el relieve de la zona. En función de estos procesos se generan elementos geomorfológicos según sea su tipo.

7.1.1 Unidad de origen denudacional

Esta unidad geomorfológica está afectada por factores exógenos como la meteorización y la erosión en las unidades de rocas y suelos. Procesos endógenos como fallamientos locales y exógenos generan geformas características de esta unidad entre las cuales se lograron observar: crestas, laderas, movimientos de masa, entre otras.

a. Crestas

Este elemento geomorfológico se caracteriza por estar en cumbres de montañas y de formaciones orogénicas en general. Se caracteriza por la erosión de la roca, suelos y tienen formas angulosas y subredondeadas, muchas veces se encuentra cubierto por vegetación y sus flancos (laderas) son utilizados por los agricultores para sembradíos.

Esta subunidad geomorfológica se puede observar en La Finca El Corral al Noreste del área de estudio.

FOTOGRAFÍA 34

VISTA SURESTE DE ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO CRESTA, AL NORTE DEL RIO DORADO, MUESTRA ESTRECHA RELACIÓN CON LADERAS.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

Esta geoforma, ubicada en la cima del cerro tiene una forma semiredonda (Fotografía 34), que puede variar sus dimensiones. En una cuenca hidrológica esta subunidad se

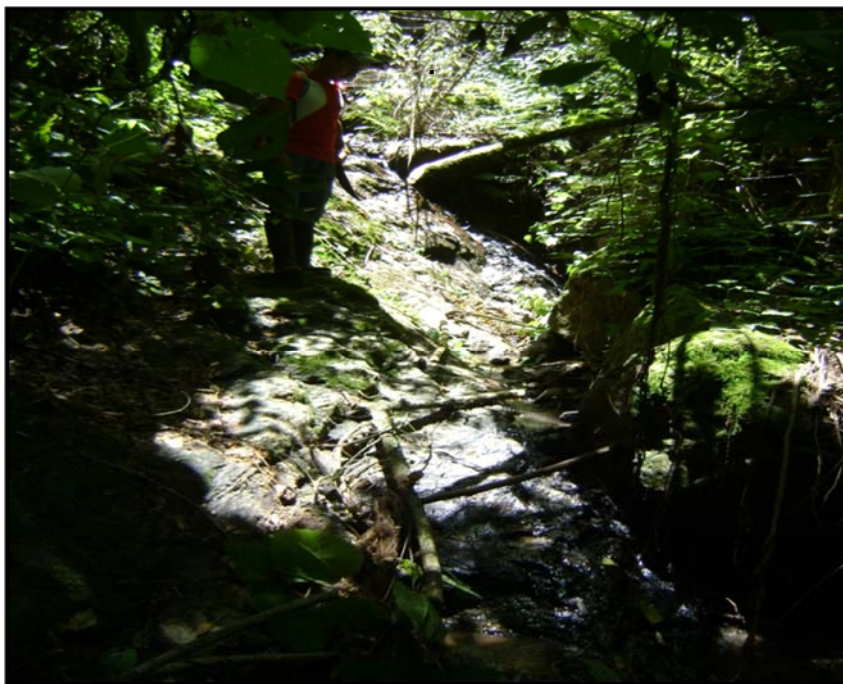
denomina como parte aguas. Se caracteriza por ir de las partes más altas hacia las más bajas.

b. Surcos

Este elemento geomorfológico se encuentra abundante en el área y se caracteriza porque crea erosión en el suelo, por el paso de agua, principalmente este elemento se encuentra marcado en suelos. No presenta grandes profundidades y forman parte del patrón de drenaje del área de estudio.

Tiene una relación directa con quebradas; los surcos dejan paredes erosionadas por el paso de agua, con profundidades menores a 1.5m, tienen su dirección de corriente hacia la parte más baja. Se asocia a afluentes de agua de baja energía que son efímeros y moldean esta geoforma.

FOTOGRAFÍA 35 ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO EN QUEBRADA LOS TANQUES



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

c. Laderas

Esta subunidad geomorfológica es característica del área de estudio, es moldeada por factores como la erosión de las aguas pluviales, en los flancos de las montañas, puede ser clasificada según su pendiente en: laderas con pendientes suaves, laderas con pendientes inclinadas y laderas con pendientes abruptas. De esta misma forma también se clasifica según su longitud y forma (Tabla 15).

TABLA 15
CLASIFICACIÓN DE LADERAS SEGÚN PARÁMETROS.

Según su longitud	
Longitud (m)	Descripción
Menor de 50m	Muy corta
51 – 250 m	Corta
251 – 500 m	Moderadamente larga
501 – 1000 m	Larga
Según su pendiente	
Inclinación	Descripción
5° a 10°	Suave
10° a 20°	Ladera inclinada
20° a 30°	Ladera muy inclinada
30° a 35°	Escarpada
> 35°	Muy escarpada
Según su forma	
Clase	Característica
Recta	Movimiento traslacional Flujos de lodos Flujos de tierra
Cóncava	Movimiento rotacional
Irregular o escalonada	Erosión diferencial Caída de rocas

Fuente: Investigación de campo. Año 2 012.

1) Según su pendiente: Laderas suaves (Ls)

Esta geoforma se identifica por tener una pendiente poco pronunciada y suave, no alcanzan grandes, debido a su pendiente. Se identifica en campo muchas veces porque se encuentra debajo de las crestas, ya que las crestas están en la parte superior.

Vista Noreste de una ladera suave (Fotografía 36), en esta subunidad geomorfológica existe intensa erosión, principalmente la hídrica fluvial, debido a que se encuentra constantemente expuesta.

FOTOGRAFÍA 36

LADERA SUAVE UBICADA AL NORTE EN LA FINCA EL CORRAL.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

La gravedad es otro factor que moldea esta geoforma, con las remociones de masas que existen en las laderas de montañas, además esta se ve afectada por modificaciones que el hombre realiza por actividades agrícolas.

FOTOGRAFÍA 37
VISTA OESTE DE UNA LADERA SUAVE.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

Las rocas que predominan en esta unidad, son las tobas líticas y cenizas formando pendientes moderadas que dan origen a esta unidad. La relación que existe entre las crestas y las laderas suaves se debe a que estas últimas se encuentran por debajo de las crestas.

2) Laderas inclinadas (LI)

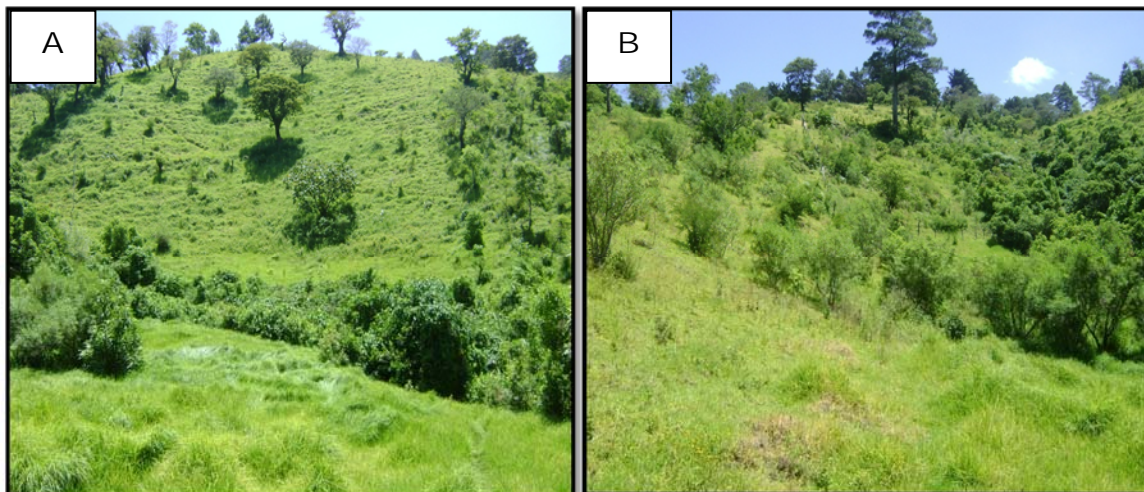
Se caracteriza por estar asociada a quebradas quedando expuesta en las zonas más altas. Las mejores exposiciones de esta subunidad se encuentran en Río el Dorado y la quebrada Los Tanques.

Es moldeada por la erosión hídrica, a la que se encuentran constantemente expuestas, agentes como las aguas pluviales y la escorrentía modifican su forma y

exposición. Regularmente esta unidad muestra pendientes que no pasan los 20° (Fotografía 38).

FOTOGRAFÍA 38

A. VISTA NOROESTE, LADERA CON PENDIENTE INCLINADA UBICADA EN ALDEA LAS MINAS. B. VISTA NORTE, LADERA INCLINADA.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

La litología predominante en esta unidad geomorfológica son tobas, con menor presencia ceniza, debido a que las capas de esta son menores a un metro de espesor, quedando expuesta las rocas tobáceas que son las que moldean y componen pendientes más inclinadas.

La pendiente que muestran estas laderas es moderada, las mejores exposiciones están en el sureste, conforme van más al sur, estas pendientes se hacen más abruptas pasando a tener otra clasificación dentro de las laderas.

3) Laderas muy inclinadas (Lmi)

Esta subunidad geomorfológica se caracteriza por tener pendientes que varían de 15° a 20° .

En esta geoforma existe bastante erosión hídrica causada por agentes como la precipitación pluvial y la escorrentía que se forma por esta, otro agente que condiciona la erosión en esta subunidad son las remociones de masas que son provocadas en la mayoría de veces por la gravedad.

FOTOGRAFÍA 39

LADERA CON PENDIENTE MUY INCLINADA (40° A 60°), VISTA AL SUR, ALDEA LAS NUECES.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

Ladera muy inclinada ubicada en cercanías de la Aldea Las Nueces, esta unidad se caracteriza por tener pendientes que varían su Angulo entre 40 a 60 grados.

d. Movimientos de laderas (Mm)

Los movimientos de ladera corresponde a procesos dinámicos en la superficie, este tipo de movimiento es provocado principalmente por la gravedad así como también tiene mucho que ver el tipo de roca, en la que se produzcan estos elementos geomorfológicos. En este tipo de movimiento afectan varios factores uno de los más importante es la erosión.

Se caracteriza porque tiene remociones de masas que son causadas por la meteorización, la erosión, el alto fracturamiento en las rocas, lo que provoca que estas pierdan estabilidad y tiendan a moverse.

Contrastando esta subunidad en el mapa geológico estos tipos de movimientos de masas principalmente se dan en capas rojas, y tobas líticas, debido a que estas dos unidades se encuentran fracturadas, meteorizadas y erosionadas.

Dentro de los principales elementos de movimientos de masas en el área de estudio se observa: caídas de rocas, flujos de tierra y movimientos traslacional.

1) Según su forma: Irregular o escalonada (caídas de rocas)

Se logró identificar este tipo de movimiento con las evidencias de clastos guijarros y bloques, caídos por la meteorización física y gravedad. Este elemento geomorfológico, se caracteriza por la debilidad que presenta la roca ante el alto fracturamiento que esta sufre, debido al fallamiento y fracturamiento local.

Las mejores exposiciones de este elemento se encuentran a orillas del Rio Dorado y al Noreste del área en la quebrada Los Tanques al Noroeste del área.

FOTOGRAFÍA 40
CAÍDAS DE ROCAS, CARACTERÍSTICO DE ESTE ELEMENTO
GEOMORFOLÓGICO.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

Los clastos de rocas (Fotografía 40) caen a una quebrada debido a la inestabilidad de la roca producto de la meteorización y erosión que sufre.

2) Recta (flujos de tierra)

Este elemento fue observado en campo por el desplazamiento lento de material compuesto principalmente de suelos que transportan fragmentos de rocas, clastos, guijarros y bloques.

Este elemento geomorfológico es común debido a la acumulación de agua en los suelos y por ende estos tienden a deslizarse con la ayuda de la gravedad.

FOTOGRAFÍA 41
MOVIMIENTO LENTO DE FLUJOS DE TIERRA, TRANSPORTA BLOQUES CLASTOS Y GUIJARROS DE DIFERENTES ROCAS.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

Estos tienen la capacidad de arrastrar con ellos grandes bloques de rocas, el movimiento que muestras la (Fotografía 41) fue localizado a orillas del Rio Las Minas y junto a este flujo de tierras se depositaron bloques de tobas en una matriz de tierras.

3) Recta (movimiento traslacional)

Este movimiento ocurre en una superficie de ruptura, este elemento se da cuando el movimiento se desplaza a lo largo de pendientes por lo que la superficie de ruptura

muchas veces es plana. Se encuentra asociado a laderas con pendientes bastante inclinadas.

FOTOGRAFÍA 42
SUPERFICIE DE RUPTURA EN UN MOVIMIENTO
TRASLACIONAL.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

7.1.2 Unidad de origen agradacional

Esta unidad se identifica por tener otros elementos geomorfológicos, resultantes de la deposición y sedimentación constante de fragmentos de roca y suelo, que son producto de la erosión de las aguas pluviales y fluviales a las rocas preexistentes del lugar. Los fragmentos de material son transportados hasta el lugar de deposición por los mismos factores erosivos.

En esta unidad se encuentran fragmentos de diversos tipos de rocas que son depositados debido a aguas fluviales regionales. Otra característica de esta unidad es que los fragmentos que se arrastran por ríos u otros afluentes fluviales son depositados en zonas con pendiente suave o en su mayoría con pendiente nula.

a. Abanicos aluviales (Aba)

Los abanicos aluviales, se caracteriza porque existe constante deposición de sedimentos de diversos tamaños y composiciones, desde partículas hasta bloques de algunos metros.

El principal afluente de aporte para este elemento geomorfológico es Rio Dorado que es el canal principal de transporte de sedimentos, que los deposita de una manera caótica. Su forma es de abanico (Fotografía aérea) es por eso el nombre de la unidad.

FOTOGRAFÍA 43

LA FOTOGRAFÍA MUESTRA DELIMITACIÓN DEL ABANICO EN LA PARTE S-E.



Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.

El origen de esta geoforma se debe a la deposición de fragmentos traídos por la corriente de agua y remociones de masas. La (Fotografía 43) muestra la disposición espacial de esta unidad al Suroeste del área de estudio.

b. Depósitos aluviales (Qal)

Esta unidad geomorfológica es la más reciente y se encuentra dispuesta a lo largo del Rio Dorado y sus principales afluentes, contiene fragmento de rocas sub-redondeados y sub-angulosos por lo que no presenta un tamaño de partículas uniforme.

Está constituido por un 90% de fragmentos que no se encuentran sementados, se encuentra materia orgánica depositada como troncos y suelos. Entre los fragmentos de roca hay bloques de conglomerados, areniscas, tobas líticas, y fragmentos volcánicos en su mayor porcentaje.

FOTOGRAFÍA 44 **DEPÓSITOS ALUVIALES A LO LARGO DE PRINCIPALES** **AFLUENTES.**



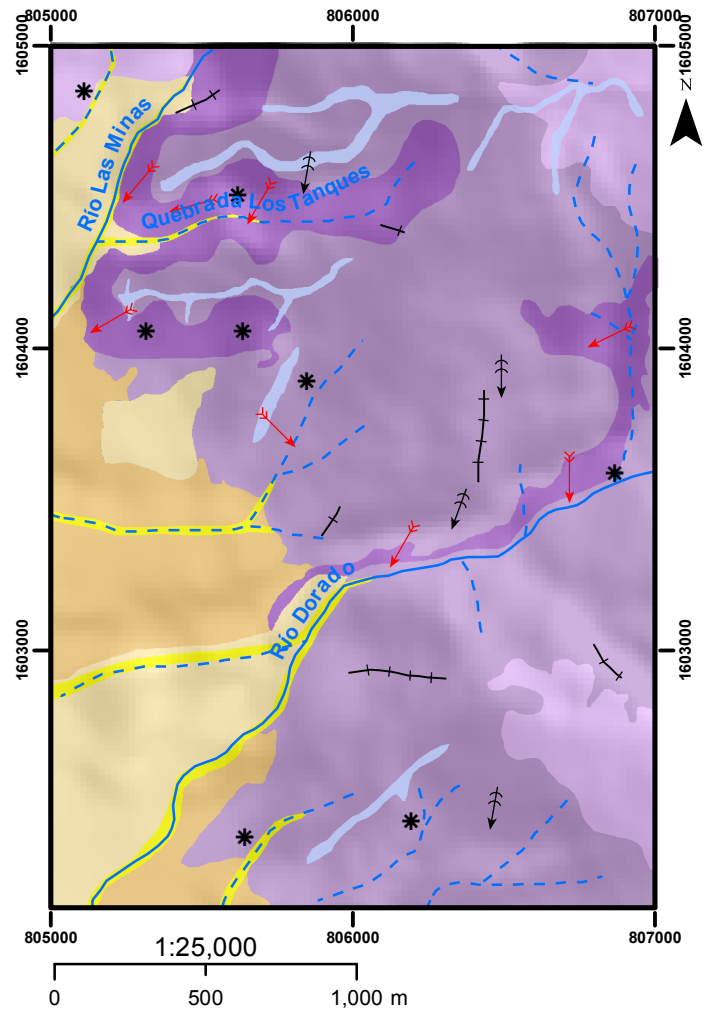
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2 012.














7.2 Mapa geomorfológico local

El mapa muestra la distribución de las unidades geomorfológicas con sus diferentes elementos característicos que fueron identificados en el área de estudio.

MAPA 2

Geomorfología local.



Leyenda	
Unidades agradacionales	
	Aluvión
	Abanico aluvial
	Planicie de inundación
Unidades denudacionales	
	Crestas
Laderas	
	Ladera suave
	Ladera inclinada
	Ladera muy inclinada
Simbología	
	Surcos
	Caída de rocas
	Movimientos traslacional
	Flujos de tierras
Drenaje principal	
	Intermitente
	Permanente

CAPÍTULO 8

HISTORIA GEOLÓGICA Y RELIEVE ACTUAL

La geología histórica del área de trabajo reconoce eventos asociados a la colisión de los Bloques Maya y Chortís en el cretácico tardío, dicha colisión genera la zona de sutura del Motagua-Polochic y a su vez las cadenas orogénicas de Chuacús y Sierra de las Minas, seguido a esto se da la erosión de unidades de rocas formadas durante la acreción del choque de los bloques y otras en zonas aledañas como la caliza Atima, esta erosión genera el nivel inferior de siliciclasticos considerado como Valle de Ángeles con un dominio de principalmente de fragmentos líticos sedimentarios y metamórficos.

Seguida a esta etapa de erosión y posicionado el bloque Chortís en la placa Caribe, la Placa de Cocos la subduce en el Terciario Temprano, esta subducción genera la aparición del arco volcánico y empieza la extrusión de materiales ígneos volcánicos, depositándose tanto en el ante-arco como en el tras arco volcánico.

La cuenca tras arco es delimitada por el arco volcánico y los cuerpos orogénicos formados durante la colisión de los Bloques, esto propicia la depositacion del nivel superior de Valle de Ángeles con dominios de materiales ígneos volcánicos, además de aportes de sedimentos de caliza siempre asociados a la formación Atima y sedimentos de origen metamórfico retrabajados y poco retrabajados, debido a que su ambiente de depositacion es de origen continental adquieren en su composición altos contenidos de óxidos, que proporcionan a esta unidad una tonalidad roja (Unidad de Capas Rojas).

La unidad de capas rojas del área es considerada la más antigua con una posible edad Cretácica Tardía a Terciaria y es asociada al nivel superior de Valle de Ángeles.

Debido a los ascensos de magma a lo largo de la cadena volcánica se genera paralela a esta una traza de debilidad con un movimiento de rumbo de tipo dextral, denominada como falla Jalpatagua. Este fallamiento coincide con el modelo principal del área de estudio, sin descartar un segundo modelo de deformación de tipo sinetral asociados a las fallas Motagua y Jocótan Chamelecón.

Las unidades de tobas líticas, coladas riolíticas, conjuntamente con las intrusiones de diques andesíticos, son de una posible edad Terciaria a Cuaternaria Temprana correspondientes al vulcanismo del lugar. La ceniza pomácea y los coluviones son propios de edades del cuaternario, considerándose a la unidad de aluvión de una edad reciente y que aún sigue en formación.

El relieve actual ha sido generado y modificado a partir de procesos endógenos de los fallamientos principales regionales y locales del lugar, además de procesos exógenos como la erosión y meteorización de las unidades de roca y suelo, a partir de la escorrentía de aguas pluviales y fluviales. Debido a estos procesos se observaron algunas geofomas como: laderas, crestas, planicies, depósitos y abanicos aluviales, surcos, movimientos de masas entre otras.

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

9.1.1 Conclusión general

El mapeo de 6Km² al noreste de San Rafael Las Flores, Santa Rosa, evidencia rocas sedimentarias siliciclasticas denominadas como capas rojas (cr), así como también, rocas ígneas volcánicas depositadas discordantemente sobre la unidad de capas rojas (con una discordancia angular), depósitos pomáceos y coluviones se encuentran depositados sobre la unidad de rocas volcánicas y vulcanosedimentarias. Los rasgos estructurales muestran 2 eventos de deformación, proponiendo un evento de cinemática sinistral como modelo regional, y un segundo evento deformativo más local con una cinemática dextral. Aspectos como la litología, las estructuras tectónicas y procesos exógenos como la meteorización y erosión interviene en la geomorfología generando unidades denudacionales (erosivas) y agradacionales (deposición de sedimentos) que son las principales moldeadoras del relieve actual.

9.1.2 Conclusiones específicas.

- a. El área de estudio se conforma por 6 unidades litológicas, que se describen en orden de la más antigua a la más reciente como: unidad de capas rojas (conglomerados, areniscas y areniscas finas) de una posible edad cretácico- terciaria, tobas líticas, tobas

riolíticas, dique andesítico, ceniza pomácea, y las unidades de coluvión y aluvión correspondientes al cuaternario respectivamente.

- b. El conglomerado de las capas rojas (cr) presenta en su composición: fragmentos de cuarzo y líticos ricos en cuarzo 31%, fragmentos volcánicos (en sección delgada) en un 15%, minerales opacos 7%, y matriz de grano fino 47%, el conglomerado en función de su abundancia de fragmentos de clastos es polimictico, y presenta una fábrica de matriz soportada con fragmentos sub-redondeados a sub-angulosos compuestos de cuarzo, fragmentos volcánicos, líticos ricos en cuarzo; en función de sus variedad composicional se clasifica dentro de los ortoconglomerados polimicticos. Se considera que la fuente de aporte de estos conglomerados es mayoritariamente de un ambiente volcánico.
- c. La secuencia siliciclastica se encuentra caracterizada por 2 litofacies mayores (**Gmm y Gmg**) correspondientes a facies de gravas, y 2 litofacies menores (**Sm y Sh**) de arenas, que se desarrollan verticalmente en la unidad de capas rojas. Las litofacies de tipo **Gmm** se constituyen de gravas masivas de matriz soportada. Las **Gmg** se caracterizan, por ser una grava con matriz soportada, con gradación inversa a normal en el tamaño de grano. En las facies menores se desarrollan porciones de arenas finas a muy gruesas masivas, que constituyen litofacies **Sm**; mientras que litofacies **Sh** se encuentran tipificadas por areniscas de grano medio a fino, sin estructuras primaria identificables con gradación normal en su granulometría.
- d. Las capas rojas provienen de un ambiente de sección proximal a media de un abanico aluvial, en un sistema fluvial, específicamente a un subambiente de abanico exterior,

caracterizado por la presencia y desarrollo de estructuras de canal, evidenciadas por el ensamble de litofacies **Gmm y Sm** en la parte inferior de la secuencia siliciclastica.

- e. En la parte media a superior de la secuencia siliciclastica existe evidencia que esta porción pertenece al subambiente de inicio de abanico a abanico medio, en el sistema fluvial, evidenciado por el desarrollo de elementos arquitecturales como “estructuras sedimentarias arenosas y estructuras de flujos sediementarios gravitacionales” **SB y SG** respectivamente, donde el elemento arquitectural **SB** se encuentra conformado por la asociación de litofacies (**Sm y Sh**) caracterizadas, por su tamaño de grano (arenas medias a gruesas estratificadas y/o masivas); el elemento **SG** se caracteriza por tener el ensamble de litofacies (**Gmg y Sm**) que exhiben una gradación normal e inversa en su tamaño de grano dentro de una matriz arenosa fina.
- f. La unidad de Toba lítica presenta en su composición mineralógica una matriz criptocristalina de 60%, fragmentos líticos sub-angulosos 20%, relictos de plagioclasas sustituidas por arcillas 10%, minerales opacos 5% y sílice sustituyendo (relictos de cristales de plagioclasas y matriz debido a alteración) 10%. La roca presenta una microtextura piroclastica con un tamaño de grano lapilli.
- g. Las tobas presentan una secuencia deposicional, que contiene niveles estratigráficos, donde en la base se compone por una porción de tobas lapilliticas de estratificación poco observable, que pueden ser caracterizadas como litofacies piroclasticas **mLT (massive lapilli/tuff)** toba lapillitica masiva. En la parte superior se encuentran porciones estratigráficas de una toba de variados fragmentos líticos envueltos en una matriz fina, con estratificación

difusa, denominados como litofacies ***dsLT (Difuse-stratified-lapilli-tuff/ash)*** tobas lapillíticas con estratificación difusa.

- h. En función del tamaño de grano, la fragmentación de los granos líticos, la carencia de estructuras de deposición, la naturaleza vulcanogenética de los fragmentos, indican que las tobas pertenecen a un ambiente eruptivo en el que los flujos piroclásticos fueron el medio de transporte y deposición de los depósitos tobaceos en un subambiente proximal al foco eruptivo.
- i. El dique de composición andesítica, está formado mineralógicamente de plagioclasas como matriz cristalina, en un 43%, fenocristales de plagioclasas 8%, minerales opacos (magnetita aparentemente) 35%, epidota 9% y arcillas 5%, dentro de una textura ofítica.
- j. El clasto de un fragmento volcánico, inmerso en los conglomerados presenta en su composición mineralógica de relictos de plagioclasas sustituidas por arcillas en un 23%, minerales opacos 10%, una matriz criptocristalina con reemplazamiento de calcita (debido a alteración) 60%, epidota 7%, la textura de la roca es Afanítica.
- k. El área de estudio localmente evidencia una cinemática Dextral asociada a la falla Jalpatagua, que posee una cinemática del mismo tipo, aunque también se evidencia un dominio regional principal de tipo sinistral, asociado a zona de falla Jocatan Chamelecón, debido a estos dos modelos se concluye que el área de estudio se encuentra bajo una zona de constante deformación en la cual los esfuerzos compresivos se encuentran en dirección NW-SE y los esfuerzos distensivos NE-SW para el evento dextral y esfuerzos compresivos NE-SW y distensivos en dirección NNW-SSE para el evento sinistral regional.

- I.** El análisis estructural de fallas y fracturas indica que el modelo de deformación principal del área corresponde a una elipse dextral, en la que se encuentra orientado σ_1 N320 y σ_3 orientado N039, lo cual nos indica que hay una zona de distensión en la dirección NEE-SWW y una zona de compresión en la dirección NNW-SSE. El modelo de deformación sinextral, presenta los esfuerzos de compresión σ_1 con una orientación N042 y esfuerzos distensivos σ_3 orientado N308. Este modelo se encuentra asociado a la zona de falla Jocotan-Chamelecon.
- m.** La geomorfología se encuentra controlada por la tectónica y la litología, estos dos factores con ayuda de la meteorización y erosión moldean el relieve actual, generando formas geomorfológicas de origen denudacional y agradacional. La tectónica moldea el área de forma directa, condicionando el cauce y la orientación de ríos como: el Dorado, las Minas y quebrada los tanques, creando laderas muy inclinadas y topografía abrupta a orillas de estos. La litología interviene directamente, en las geoformas, creando zonas de alta o baja resistencia (en función de la distribución espacial de las unidades geológicas) a la erosión y meteorización de esta forma tenemos pendientes suaves y levemente redondeadas en la unidades consolidadas (Tobas y Areniscas) y abruptas hacia los contactos con unidades inconsolidadas (cenizas, aluviones y coluviones).

9.2. Recomendaciones.

- a. Realizar estudios de neotectonismo regionalmente para conocer y determinar el comportamiento tectónico reciente que afecta el área.
- b. Realizar estudios de geoquímica a las rocas volcánicas para determinar la composición y porcentaje de elementos químicos presentes, clasificarlas entre las rocas volcánicas a modo de correlacionarlas más formalmente con el Grupo Padre Miguel u otra formación afín.
- c. Realizar prospección minera y muestreo geoquímico para determinar zonas con potenciales manifestaciones de mineralización que sean de interés económico.
- d. Realizar estudios sedimentológicos, enfocados a las rocas siliciclasticas, denominadas en este informe como capas rojas (cr), con el fin de caracterizarlas en otras localidades donde se encuentren expuestas y definir con mayor precisión el ambiente sedimentario.
- e. Caracterizar geoquímicamente las tobas riolíticas en función de sus óxidos mayores y elementos traza por medio de la técnica espectrofotometría, para definir en función de diagramas ternarios para rocas efusivas la naturaleza y el evento eruptivo que los origino.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar M. Ángel. *Cartografía Geológica en Guatemala: Mapeo geológico de superficie al noreste de la laguna de Ayarza, en el suroriente de Guatemala*. Trabajo final de campo. Técnico en Geología. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2 010.
- Burkart, Burkner. Et. Al. *Extensional and rotation of cristal blocks in northern Central America and effect on the volcanic Arc*. United States of America: University of Texas, 1 985.
- Donnelly. T. Et. Al. *Northern Central America; The Maya and Chortis blocks*. United States of America: Geological Society of America, 1 990.
- Einsele, Gerhard. *Sedimentary basins evolution, facies, and sediment Budget*. Germany: Springer-Verlag, 1 992.
- Grahan, Alan. *Palynofloras from the Mio-Pliocene Padre Miguel Group and the Pliocene Herreria Formation*. United States of America: American Journal of Botany, 1 998.
- Howel, Williams Et. Al. *Geologic reconnaissance of southeastern Guatemala*. United States of America: University of California Pres Berkeley and Los Angeles, 1 964.
- Keppie, Duncan and Dante, Moran. *Tectonic Implications of alternative Cenozoic reconstructions for southern Mexico and the Chortís block*. United States of America: Taylor & Francis Group, 2 006.
- Miall, Andrew D. *The geology of fluvial deposits sedimentary facies, basain analysis, and petroleum Geology*. Germany: Springer-Verlag, 2 006.
- Michael J. Branney & Peter. Kokelaar, *Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites*. England: The geological society of London, 2 002.

McClay, K. *Geological mapping of structures*. United States of America: Geological Society of London, 1 987.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-. *Mapa fisiográfico de Guatemala*. <http://www.nalsite.com/Servicios/Mapas/MuestraMapa.asp?id=1205> (15 de abril de 2012).

Pérez, E. 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, 2 000.

Rose, William. Et Al. *An improved age framework for late quaternary silic eruptions in northern Central America*. United States of America: Springer-Verlag, 1 999.

Walker, G Roger. *Facies models*. Canadá: Geological association of Canadá, 1 986.

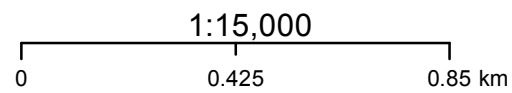
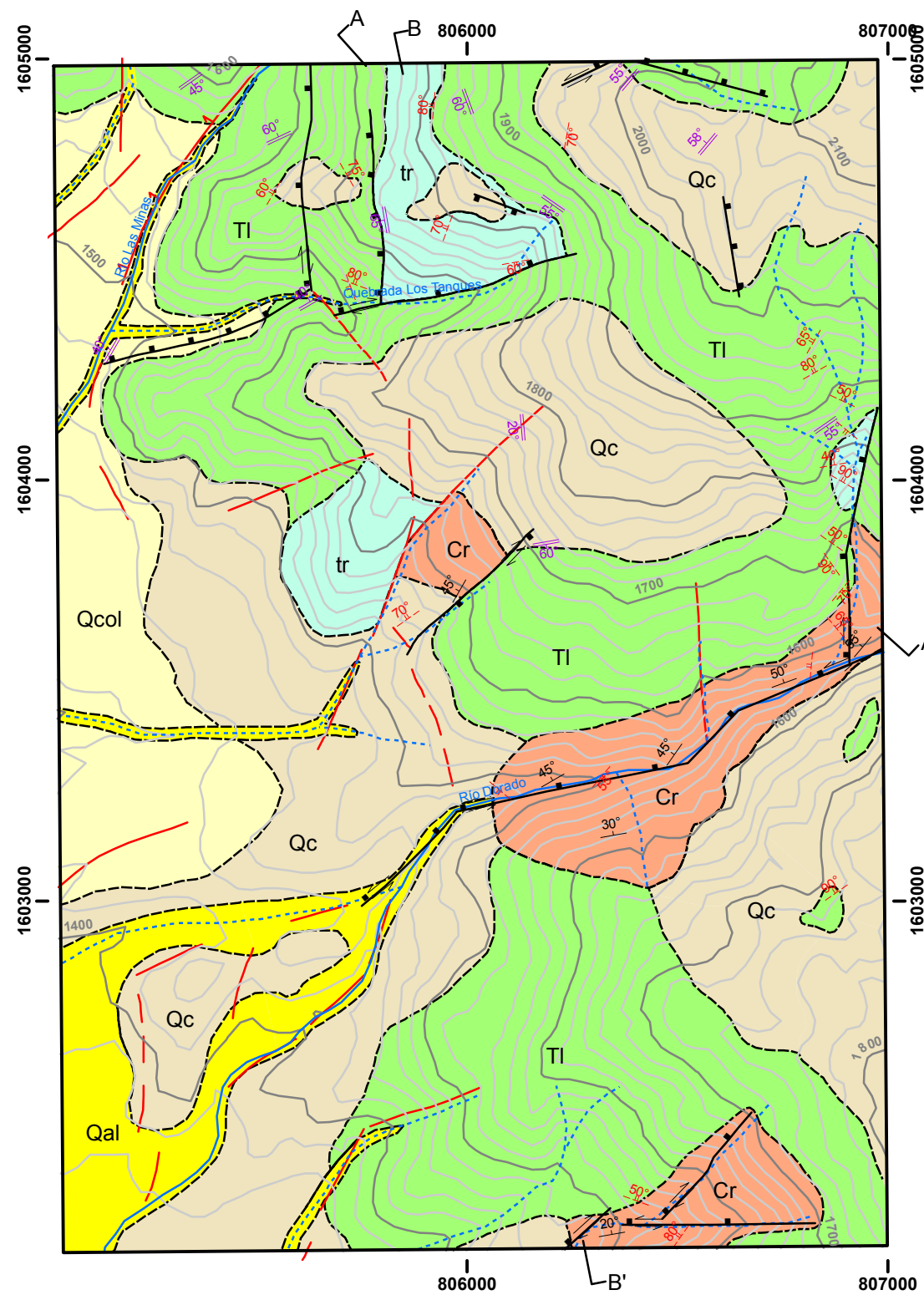
Wood, John and Henry Wallace. *Volcanology and mineral deposits*. Canada: The Ontario Geological Survey, 1 986.

Vº. Bº.

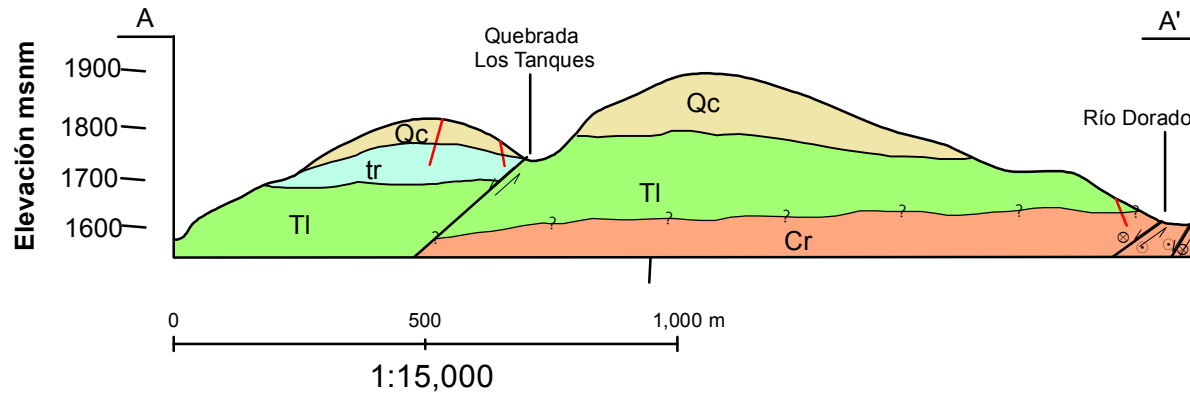


Adán García Veliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO

ANEXOS

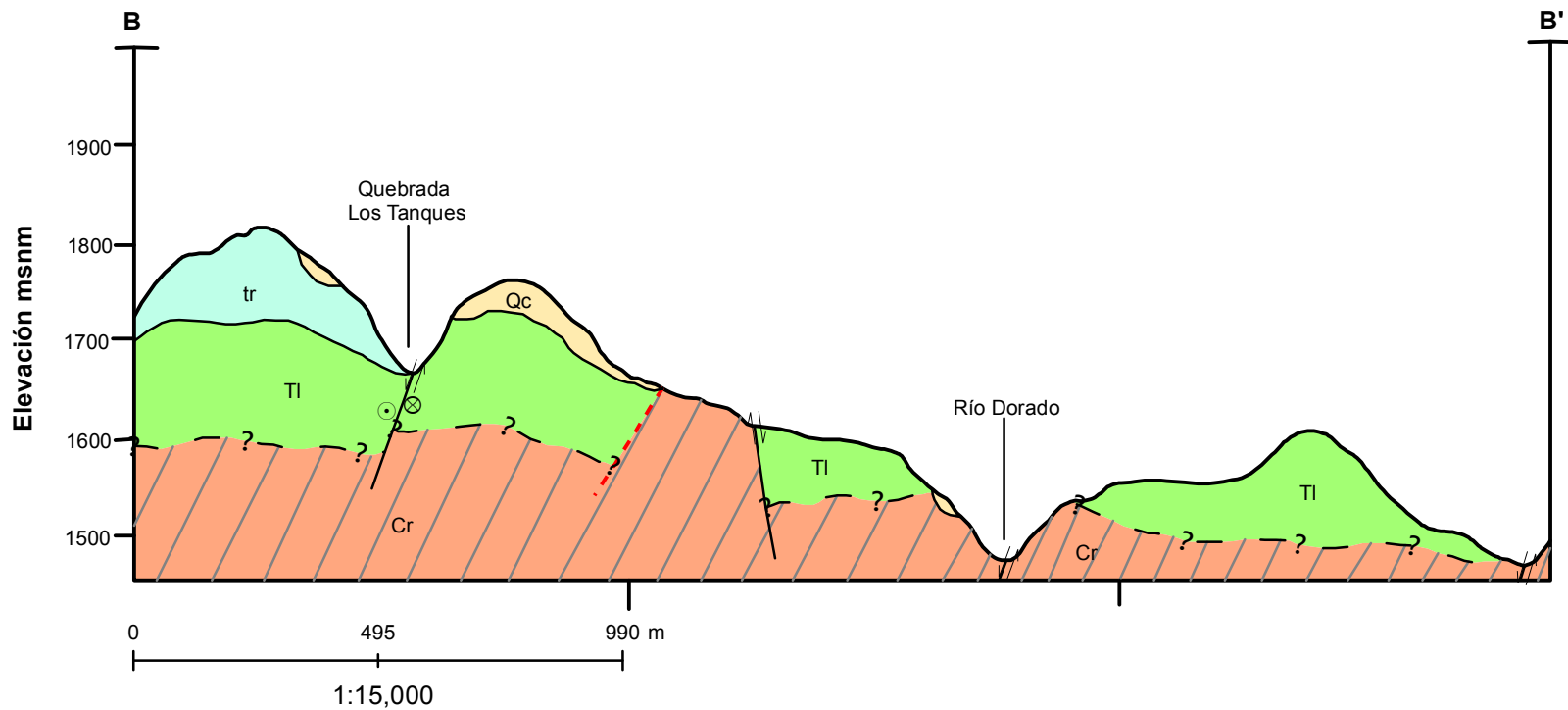


Legenda			
Qal	Aluvión		
Qcol	Coluvión		
Qc	Ceniza Cuaternaria		
tr	Flujos Riolíticos		
TI	Toba Lítica		
Cr	Capas Rojas		
Simbología			
Fallamientos		Estructuras	
	Normal pura		Fractura
	Normal sinistral		Estratificación
	Normal dextral		Pseudoestratificación
	Inversa pura		Alineaciones
	Sinistral normal	Contacto	
Red de drenaje			
	Intermitente	Fisiografía	
	Permanente		Curvas a 20m
			Curvas a 100m
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
		GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: Análisis Petrográfico en la finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores.	
CONTIENE:		MAPA GEOLOGICO	
REALIZADO POR:	Noé Eliud Matías Mazariegos		
CARNÉ:	200842166		
Escala: 1:15 000 NAD-27 Z. 15N.	Reviso: Ing. Sergio Moran Ical	Fecha: Septiembre 2015	ANEXO I



Leyenda	Simbología	
Qc Ceniza	Fallamientos	Estructura
tr Flujos Riolita	Normal	Fractura
Tl Toba Litica	Normal dextral	Discordante
Cr Capas Rojas	Normal sinistral	Inferido

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: Análisis Petrográfico en la finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores.		
CONTIENE:	CORTE GEOLOGICO A-A'		
REALIZADO POR:	Noé Eliud Matías Mazariegos		
CARNÉ:	200842166		
Escala: 1:15 000 NAD-27 Z. 15N.	Reviso: Ing. Sergio Moran Ical	Fecha: Septiembre 2015	ANEXO II



Leyenda

Qc	Ceniza cuaternaria
tr	Toba riolítica
TI	Toba lítica
Cr	Capas rojas

Simbología

Fallamientos

↔ Normal

↔ ⊗ Normal sinistral

Contactos

— Discordante

?- - Inferido

Estructura

- - - Alineamiento



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

GEOLOGÍA EN SANTA ROSA: Análisis Petrográfico en
la finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores.

CONTIENE:

CORTE GEOLOGICO B-B'

REALIZADO POR:

Noé Eliud Matías Mazariegos

CARNÉ:

200842166

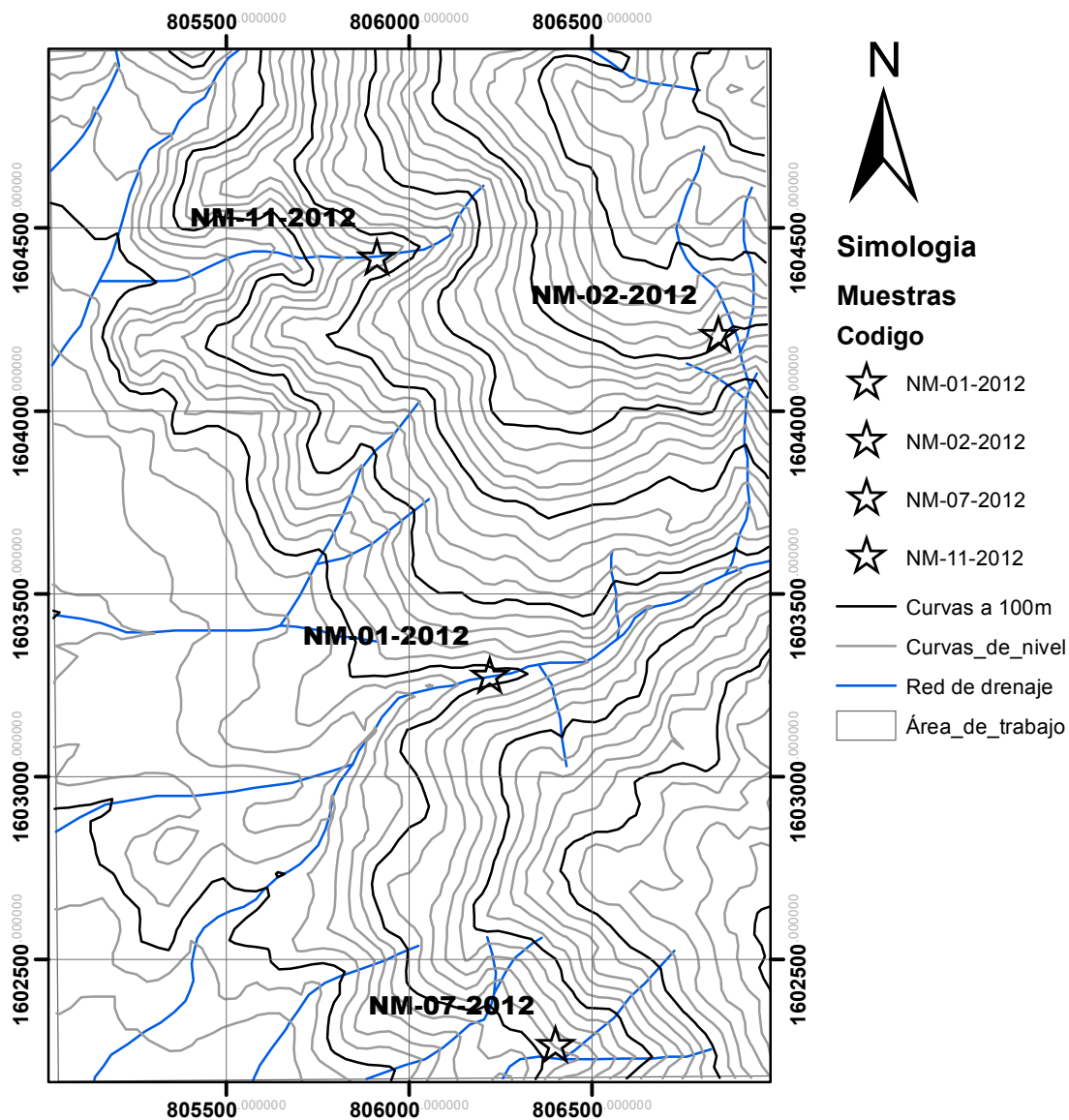
Escala: 1:15 000
NAD-27 Z. 15N.

Reviso:
Ing. Sergio Moran Ical

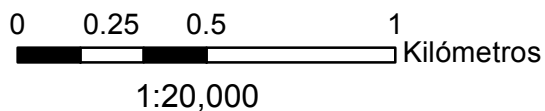
Fecha:
Septiembre 2015

**ANEXO
III**

Mapa de muestras



Coordenadas X	Coordenadas Y	Codigo	Tipo de Roca
806220	1603280	NM-01-2012	Conglomerado
806844	1604211	NM-02-2012	Toba litica
806400	1602270	NM-07-2012	Dique andesitico
805912	1604423	NM-11-2012	Toba riolítica




	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	GEOLOGIA EN SANTA ROSA: Análisis Petroológico en la finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores.		
CONTIENE:	MAPA DE MUESTRAS		
REALIZADO POR:	Noé Eliud Matías Mazariegos		
CARNÉ:	200842166		
Escala: 1:15 000 NAD-27 Z. 15N.	Reviso: Ing. Sergio Moran Ical	Fecha: Enero 2013	ANEXO IV

ANEXO 5. ANÁLISIS PETROGRÁFICO.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: NM – 01 -2012 (NM-San-I-8062 16032)		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS: TFC	
FECHA: Agosto del 2012		PROYECTO: Mapeo Geológico zona el granadillo	
UBICACIÓN: Aldea El Granadillo	UTM_Este: 806220	UTM_Norte: 1603280	UTM_Zona: Nad 1927 15
LOCALIDAD: Granadillo, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.			
HOJA TOPO/GEO: topográfica 2159 II	NOMBRE: LAGUNA DE AYARZA	SERIE: E754	ESCALA: 1. 50 000
ANÁLISIS Y/O MUESTREO: Muestreo			

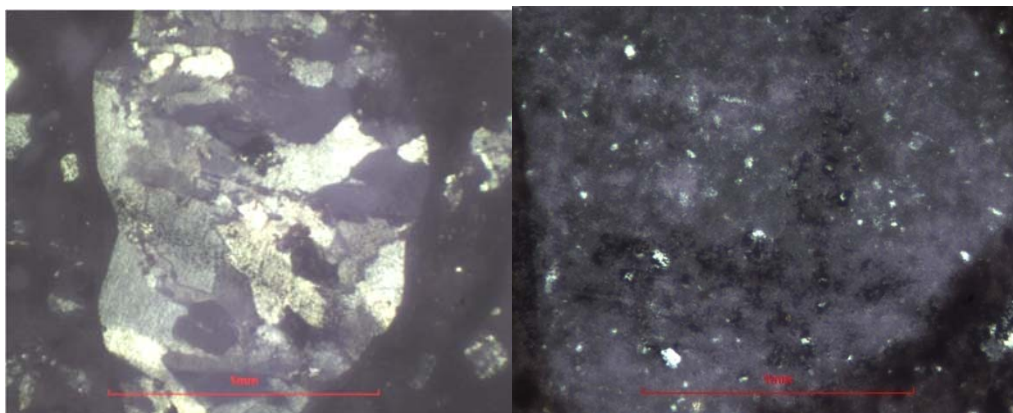
TIPO DE ROCA: Silicilastica.
NOMBRE DE LA ROCA: Conglomerado (Capas Rojas).
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Dominio Mineralógico.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO	
<p>DISPOSICIÓN: La roca se presenta estratificada, contiene tiene clastos que van de sub-redondeados a sub angulosos, en la base son conglomerados y al techo areniscas de grano fino.</p>	<p>FOTOGRAFÍA 1</p>
<p>LITOLOGÍA: Conglomerado</p>	
<p>ESTRUCTURAS: Estratificación y fracturas</p>	

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA		
GRADO DE METEORIZACIÓN: III Moderada	COLOR: Rojiza -Marrón	FOTOGRAFÍA 2 
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Matriz, cuarzo, líticos ricos en cuarzo, líticos volcánicos.		
TEXTURAS: Conglomerado matriz soportada.		

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES ESENCIALES: - Cuarzo 35%. - Fragmentos líticos 11%.	
MINERALES ACCESORIOS: 3%	
MINERALES OPACOS: Metálicos 7%	
TEXTURA : Granular calcárea	
ESTRUCTURAS: -----	


FOTOGRAFÍA 3
CUARZO SUB REDONDEADO Y MATRIZ.




Escala objetivo: 4x. XPL.
Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: NM - 02 -2012		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS: TFC	
FECHA: Agosto del 2012		PROYECTO: Mapeo Geológico zona el granadillo	
UBICACIÓN: Santa Rosa	UTM_Este: 806844	UTM_Norte: 1604211	UTM_Zona: Nad 1927 15
LOCALIDAD: Granadillo, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.			
HOJA TOPO/GEO: topográfica 2159 II	NOMBRE: LAGUNA DE AYARZA	SERIE: E754	ESCALA: 1. 50 000
ANÁLISIS Y/O MUESTREO: Muestreo			

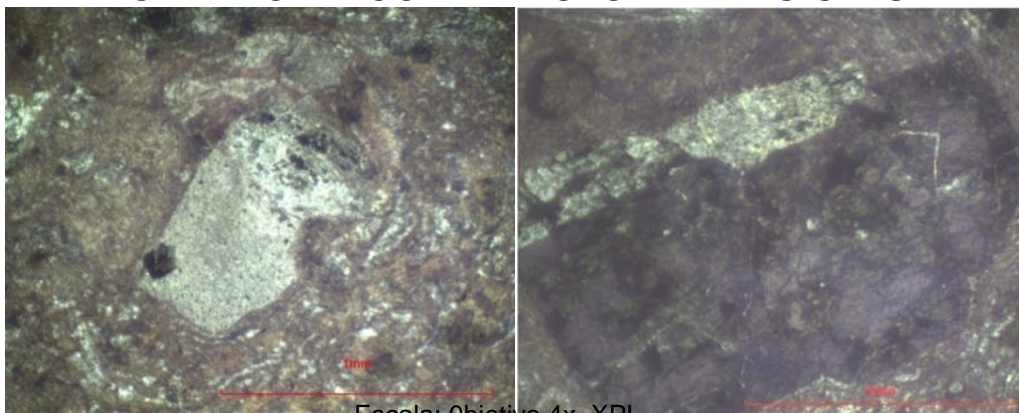
TIPO DE ROCA: Vulcanosedimentarias.
NOMBRE DE LA ROCA: Toba Lítica.
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Dominio Mineralógico.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO	
DISPOSICIÓN: Se encuentra pseudoestratificada muy fracturada, al norte se puede ver masiva con alta meteorización.	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFÍA 4</p> 
LITOLOGÍA: Toba Lítica.	
ESTRUCTURAS: Se presenta fracturación, y planos de pseudoestratificación.	

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA		
GRADO DE METEORIZACIÓN: IV Muy Meteorizada	COLOR: Beige	FOTOGRAFÍA 5 
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Feldespatos, fragmentos líticos, matriz fina.		
TEXTURAS: Piroclástica.		

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA
MINERALES ESENCIALES: - Fragmentos de cristales 15 %. - Fragmentos líticos 20%.
MINERALES ACCESORIOS: Matriz alterada 70%
MINERALES OPACOS: Metálicos 5 %
TEXTURA: Textura Afanítica.
ESTRUCTURAS: -----

FOTOGRAFÍA 6
FRAGMENTO LÍTICO Y RELICTO DE PLAGICLASA.




Escala: Objetivo 4x. XPL

Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: NM – 07-2012		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS: TFC	
FECHA: Agosto del 2012		PROYECTO: Mapeo Geológico zona el granadillo	
UBICACIÓN: Santa Rosa	UTM_Este: 0806400	UTM_Norte: 1602270	UTM_Zona: Nad 1927 15
LOCALIDAD: Granadillo, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.			
HOJA TOPO/GEO: topográfica 2159 II	NOMBRE: LAGUNA DE AYARZA	SERIE: E754	ESCALA: 1. 50 000
ANÁLISIS Y/O MUESTREO: Análisis y Muestreo.			

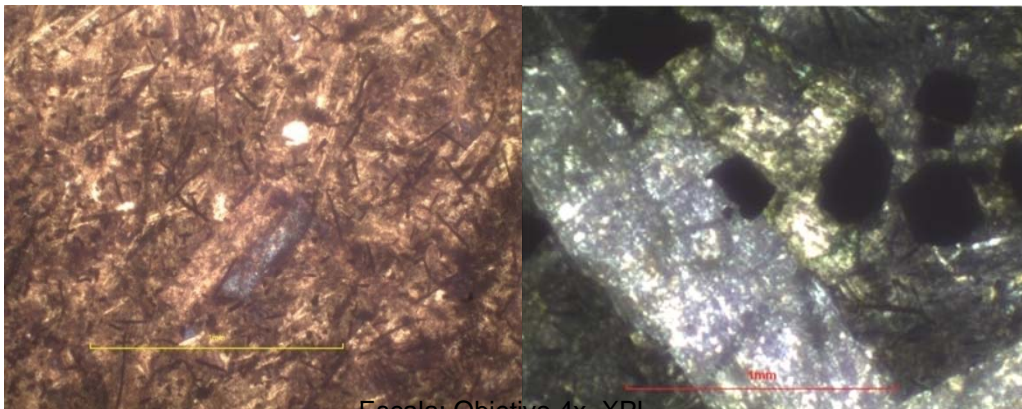
TIPO DE ROCA: Ígnea extrusiva.
NOMBRE DE LA ROCA: Dique Andesítico.
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Dominio Mineralógico.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO	
DISPOSICIÓN: Se presenta en forma tabular, cortando a la unidad de capas rojas.	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFÍA 7</p> 
LITOLOGÍA: Dique Andesítico.	
ESTRUCTURAS: Se encuentra orientado en dirección N160/90.	

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA		
GRADO DE METEORIZACIÓN: III Sana	COLOR: Gris oscuro con fenocristales blancos.	FOTOGRAFÍA 8 
	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: - Matriz grisácea - Fenocristales de feldespato. - Presencia de aureola de alteración.	
TEXTURA: Fanerítica.		

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES ESENCIALES:	- Matriz (pasta de microcristales de plagioclasa) 30%. - Fenocristales de plagioclasa 8%.
MINERALES ACCESORIOS:	Epidota 9%
MINERALES OPACOS:	Magnetita habito acicular 30%
TEXTURA :	Micro textura ofídica
ESTRUCTURAS:	-----

FOTOGRAFÍA 9
MAGNETITAS Y RELICTOS DE CRISTAL DE PLAGIOCLASA EN
MATRIZ CRIPTOCRISTALINA




Escala. Objetivo 4x. XPL.

Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: NM – 11-2012		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS: TFC	
FECHA: Agosto del 2012		PROYECTO: Mapeo Geológico zona el granadillo	
UBICACIÓN: Santa Rosa	UTM_Este: 806220	UTM_Norte: 1603280	UTM_Zona: Nad 1927 15
LOCALIDAD: Granadillo, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.			
HOJA TOPO/GEO: topográfica 2159 II	NOMBRE: LAGUNA DE AYARZA	SERIE: E754	ESCALA: 1. 50 000
ANÁLISIS Y/O MUESTREO: Análisis y Muestreo.			

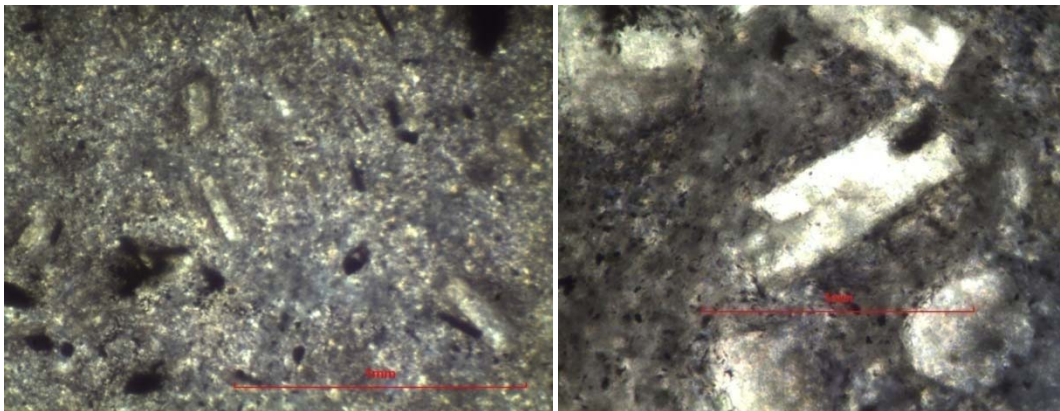
TIPO DE ROCA: Ígnea Extrusiva.
NOMBRE DE LA ROCA: -----
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Dominio Mineralógico.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO	
DISPOSICIÓN: La roca presenta una textura fanerítica de color grisácea-rosada fracturada y masiva.	FOTOGRAFÍA 10
LITOLÓGÍA: Roca volcánica	
ESTRUCTURAS: Se encuentra fracturado y también presenta inclusiones de cuarzo.	

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA		
GRADO DE METEORIZACIÓN: III Sana	COLOR: Grisáceo.	FOTOGRAFÍA 11 
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: - Feldespatos - Matriz Fanerítica		
TEXTURAS: Fanerítica		

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES ESENCIALES: - Plagioclasas 25% - Matriz criptocristalina 60%	
MINERALES ACCESORIOS: - Epidota 2 % - Arcillas 3 %	
MINERALES OPACOS: Posible pirita 10%	
TEXTURA : Fanerítica inequigranular	
ESTRUCTURAS: -----	

FOTOGRAFÍA 12
MATRIZ CRIPTOCRISTALINA Y RELICTOS DE CRISTALES.



Escala: Objetivo 4x.

Tomada por: Noé Eliud Matías Mazariegos. Año 2012.

ANEXO 6

TABLA 16
ESTRATIFICACIONES EN CAPAS ROJAS

Dip	Dir	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
50	255	806569	1604793
20	245	806569	1604793
30	230	806569	1604793
50	250	806384	1604946
35	240	806495	1604968
25	270	806495	1604968
40	210	806495	1604968
55	220	806495	1604968
40	200	806442	1604999
30	240	806422	1605000
50	230	806422	1605000
50	270	806422	1605000
40	260	806422	1605000
40	305	806384	1605034
45	235	806384	1605034
35	230	806363	1605017
25	280	806336	1605019
30	290	806209	1604654
70	150	806132	1604120
30	270	806131	1604509
30	240	806857	1604134
20	300	806857	1604134
90	260	806906	1604122
55	125	806906	1604122
60	175	806906	1604122
42	175	806906	1604122
55	145	806889	1604174
20	355	806889	1604174
60	340	806004	1604895
90	45	806004	1604895
55	55	806004	1604895
55	150	805946	1604783
55	130	805946	1604783
60	155	805946	1604783
65	170	805960	1604596

60	130	805960	1604596
70	135	805960	1604596
40	170	805808	1604614
30	210	805808	1604614
60	160	805808	1604614
55	130	805722	1604743
70	180	805544	1604680
45	170	805544	1604680
60	240	805549	1604809
70	250	805549	1604809
45	190	805549	1604809
40	210	805642	1604787
45	220	805642	1604787
45	215	805642	1604787
40	145	805642	1604787
70	100	805926	1604889
65	175	805701	1604385
40	110	805701	1604385
70	115	805778	1604409
25	270	806102	1604508
65	300	805347	1604951
40	130	805154	1604304
50	95	805981	1603737
30	240	805981	1603737
60	80	806767	1603523
50	195	806803	1603544
50	140	806978	1603633
60	250	806909	1603583
20	270	806909	1603583
50	160	806885	1603741
30	225	806192	1603851
40	215	806231	1604819
25	220	806231	1604819

TABLA 17
BASE DE DATOS ESTRATIFICACIONES EN TOBAS LÍTICAS.

DIP	DIR	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
58	220	806569	1604793
75	340	806569	1604793
80	240	806569	1604793
55	220	806384	1604946
20	190	806495	1604968
30	180	806495	1604968
35	140	806495	1604968
20	200	806495	1604968
10	230	806442	1604999
70	330	806422	1605000
80	340	806422	1605000
65	240	806422	1605000
45	215	806422	1605000
40	80	806384	1605034
30	60	806384	1605034
30	90	806363	1605017
45	110	806336	1605019
55	125	806209	1604654
20	175	806132	1604120
42	175	806131	1604509
90	45	806857	1604134
55	55	806857	1604134
30	130	806906	1604122
60	155	806906	1604122
70	135	806906	1604122
65	170	806906	1604122
40	170	806889	1604174
30	210	806889	1604174
35	175	806004	1604895
40	150	806004	1604895
60	160	806004	1604895
60	100	805946	1604783
65	125	805946	1604783
90	105	805946	1604783
40	160	805960	1604596
55	130	805960	1604596
45	150	805960	1604596
65	170	805808	1604614
40	190	805808	1604614
40	155	805808	1604614
45	170	805722	1604743
30	90	805544	1604680

50	100	805544	1604680
60	240	805549	1604809
45	250	805549	1604809
60	245	805549	1604809
55	150	805642	1604787
60	190	805642	1604787
55	130	805642	1604787
35	140	805642	1604787
70	250	805926	1604889
40	155	805701	1604385
35	140	805701	1604385
30	175	805778	1604409
45	190	806102	1604508
45	55	805347	1604951
40	210	805154	1604304
45	210	805981	1603737
45	215	805981	1603737
40	145	806767	1603523
80	175	806803	1603544
40	275	806978	1603633
70	200	806909	1603583
65	175	806909	1603583
25	270	806885	1603741
60	80	806192	1603851
80	200	806231	1604819
80	75	806231	1604819
50	240	806053	1603265
25	270	806081	1603267
30	255	806120	1603274
45	240	806205	1603288
20	270	806232	1603281
50	265	806315	1603299
35	220	806440	1603320
45	215	806493	1603348
20	245	806638	1604477
50	250	806754	1603518
55	220	806940	1603604
40	260	806876	1603768
45	235	806292	1603266
30	260	806348	1603156
20	260	806294	1602228
90	205	806319	1602218
80	145	806319	1602218
40	240	805625	1604418
40	130	805730	1604460

50	180	805750	1604412
----	-----	--------	---------

TABLA 18
BASE DE DATOS FRACTURAS EN CAPAS ROJAS.

DIP	DIR	COORDENADA X	COORDENADA Y
90	210	805981	1603737
45	310	805981	1603737
90	230	805981	1603737
70	235	805981	1603737
40	355	805981	1603737
90	210	806767	1603523
45	310	806767	1603523
90	230	806767	1603523
70	235	806767	1603523
40	335	806767	1603523
50	275	806767	1603523
60	205	806767	1603523
65	195	806978	1603633
85	5	806978	1603633
70	20	806885	1603741
70	40	806885	1603741
90	145	806872	1603803
90	235	806881	1603016
85	140	806881	1603016
50	305	806863	1603847
70	290	806863	1603847
80	30	806863	1603847
90	20	806881	1603958
75	130	806081	1603267
80	40	806232	1603281
75	150	806232	1603281
55	40	806315	1603299
65	10	806341	1603319
90	30	806408	1603390
65	55	806408	1603390
55	330	806493	1603348
65	130	806493	1603348
50	150	806754	1603518
60	185	806824	1603558
35	5	806824	1603558

85	0	806979	1603626
5	155	806979	1603626
65	345	806979	1603626
60	330	806928	1603603
65	320	806873	1603647
60	50	806292	1603266
55	350	806292	1603266
75	245	806294	1602228
90	140	806294	1602228
80	340	806398	1602254
50	290	806398	1602254
80	215	806496	1602235
90	205	806319	1602218
80	145	806319	1602218
70	130	806405	1602219
80	215	806496	1602235
85	255	806496	1602235
60	0	805707	1604385

TABLA 19
BASE DE DATOS FRACTURAS EN TOBA LITICA.

DIP	DIR	COORDENADA X	COORDENADA Y
55	300	806569	1604793
55	360	806569	1604793
40	295	806569	1604793
50	90	806495	1604968
35	140	806495	1604968
65	90	806442	1604999
60	55	806112	1604644
65	290	806115	1604522
60	80	806115	1604522
85	290	806906	1604122
65	170	806906	1604122
55	160	806906	1604122
70	130	806906	1604122
85	290	806906	1604122
65	70	806889	1604174
80	165	806889	1604174
80	235	806004	1604895
55	5	806004	1604895

90	255	806004	1604895
50	150	805722	1604743
90	200	805722	1604743
60	150	805722	1604743
80	200	805544	1604680
60	210	805544	1604680
40	65	805544	1604680
80	185	805926	1604889
90	150	805926	1604889
60	350	805926	1604889
90	190	805926	1604889
90	255	805701	1604385
50	10	805701	1604385
70	280	805347	1604951
75	275	805347	1604951
60	70	805154	1604304
70	350	805154	1604304
55	40	806883	1603971
90	250	806883	1603971
85	170	806192	1603851
40	300	806192	1603851
80	170	806830	1604252
80	240	806830	1604252
65	210	806828	1604327
55	270	806828	1604327
90	250	806815	1604322
45	300	806815	1604322
80	310	805730	1604460
80	290	805730	1604460
70	140	805730	1604460
70	160	805730	1604460
70	345	805750	1604412
60	190	805750	1604412
70	340	805711	1604723
75	330	805711	1604723

TABLA 20
BASE DE DATOS FRACTURAS EN TOBA RIOLÍTICA.

DIP	DIR	COORDENADA X	COORDENADA Y
75	355	805960	1604596
55	0	805960	1604596
70	200	805960	1604596
80	75	805960	1604596
85	45	805960	1604596
70	330	806890	1603992
90	300	806890	1603992
25	280	806890	1603992
40	260	806871	1604031
45	300	806871	1604031
75	110	806905	1604100
90	100	806898	1604150
50	295	806890	1604183



CUNOR

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala



15112

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:

"Geología en Santa Rosa: Análisis petrográfico en la Finca Pedregal El Rosario, San Rafael Las Flores"

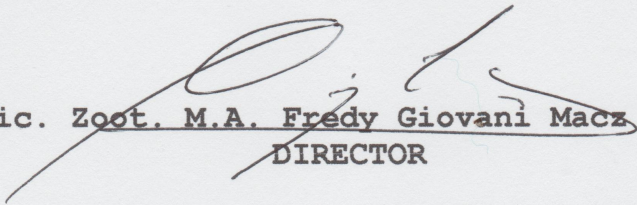
Presentado por el (la) estudiante:

Noé Eliud Matías Mazariegos

Autoriza el

IMPRIMASE

"Id y enseñad a todos"


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



Cobán, Alta Verapaz septiembre del 2015