

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: DELIMITACIÓN DE
LAS ZONAS METAMÓRFICAS EN LAS ROCAS DE LOS
ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE

JOSÉ PAULO BARAHONA VALDÉS

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MAYO 2017

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME FINAL DE TRABAJO FINAL DE CAMPO
REALIZADO EN MORAZÁN, EL PROGRESO

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR
JOSÉ PAULO BARAHONA VALDÉS
201144930

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TITULO DE
TÉCNICO EN GEOLOGÍA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MAYO DE 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:	Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIO:	Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTE DE DOCENTES:	Licda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj
REPRESENTANTE EGRESADOS:	Lic. Admón. Fredy Fernando Lemus Morales
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:	Br. Fredy Enrique Gereda Milián PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJO FINAL DE CAMPO

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

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Geól. Bernnie Gamaliel Castillo Moeschler

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. Luis Alfredo Godoy Morales

ASESOR

Ing. Geól. Silvia Frine Cortez Bendfeldt

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-83/2017
09 de marzo de 2017

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

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

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del Nivel Intermedio, del estudiante **JOSÉ PAULO BARAHONA VALDÉS**, carné n°. **201144930**, titulado: **“GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS METAMÓRFICAS DE LAS ROCAS EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-98/2017
30 de marzo de 2017

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

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

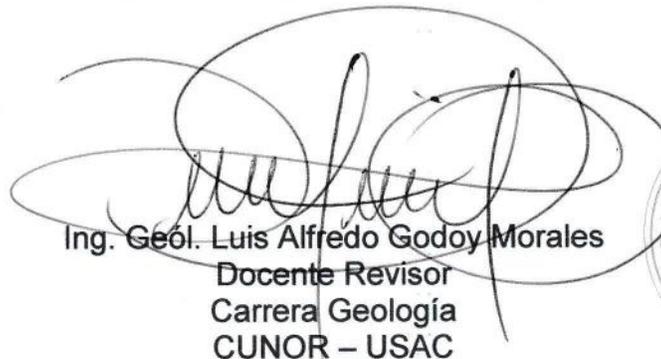
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **JOSÉ PAULO BARAHONA VALDÉS**, carné n°. **201144930**, titulado: **“GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS METAMÓRFICAS DE LAS ROCAS EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geól. Luis Alfredo Godoy Morales
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR – USAC



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



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

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

Ref. 15-CG-125/2017
26 de abril de 2017

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

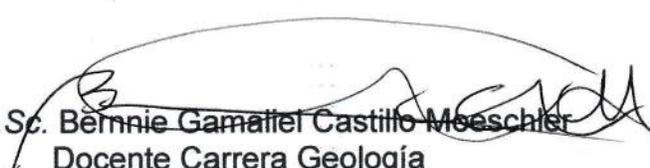
Respetables Señores:

Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS METAMÓRFICAS DE LAS ROCAS EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE”**, del estudiante **JOSÉ PAULO BARAHONA VALDÉS**, carné n°. **201144930**, el cual ya fue revisado como miembro de la Comisión de Redacción y Estilo de la Carrera de Geología, quien considera llena los requisitos establecidos para su aprobación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Comisión de Redacción y Estilo
Carrera Geología


Ing. M.Sc. Bernnie Gamalier Castillo Moeschler
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 informe de trabajo final de campo titulado: GEOLOGIA EN MORAZAN, EL PROGRESO: DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS METAMÓRFICAS DE LAS ROCAS EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE. Como requisito previo a optar el título profesional de Técnico en Geología.



José Paulo Barahona Valdés
Carné 201144930

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.

Dedicado a los mejores padres que Dios pudo haberme dado, mi fortaleza, mi guía y mi ejemplo a seguir, gracias por haberme forjado con principios y modales, por enseñarme a no rendirme nunca y perseguir mis sueños....los amo

Rita Regina Valdés Sierra

José Israel Barahona Paz

AGRADECIMIENTOS A

Dios

Por guiar mi camino, por llenarme de bendiciones y buenas personas. Porque todo lo puedo en Cristo que me fortalece, Josué 1-9.

Mis padres

Rita Regina Valdés y José Israel Barahona, por el amor y el apoyo incondicional que me brindan, y por enseñarme a ser el hombre que soy hoy, los amo.

Mis hermanas

Lucia y María Reneé, por su cariño, apoyo y amor fraternal.

Mis sobrinas

Valeria, Paula y Fátima por llenar mi vida de luz y alegría.

Mis abuelos

Alida Sierra (†), Roberto Valdés (†), porque sé que cuidaron mi camino, siempre los recordaré.

Tíos y primos

Por motivarme a seguir adelante. Especialmente a mi tía María del Carmen (†) por haber sido parte importante en mi vida y en mi formación.

Amigos y compañeros

Por sus palabras de aliento, tolerancia, amor cariño y respeto, especialmente a: José Eduardo Contreras Posadas, José Francisco Monzón, Daniel Pineda Muñoz, Alejandra Reiche y demás allegados.

Familia Contreras Posadas

Por brindarme su hogar, apoyo, amor y ser como mis segundos padres.

A aquellas personas especiales

Que con su amor y cariño estuvieron siempre para mí en este largo y arduo camino.

Centro Universitario del Norte

Por ser mi casa de estudio, especialmente a la carrera de Geología

Docentes de la Carrera de Geología

Por instruirme y guiarme con conocimientos para mi vida profesional

Y a todas las personas que de alguna manera han sido parte importante de mi vida.

A todos ellos, muchas gracias

José Paulo Barahona Valdés

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	Página
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	ix
	1

CAPÍTULO I MARCO CONCEPTUAL

1.1	Antecedentes del problema	3
1.2	Planteamiento del problema	4
1.3	Justificación	4
1.4	Objetivos	5
	1.4.1 General	5
	1.4.2 Específicos	5
1.5	Hipótesis	5

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1	Localización geográfica	7
2.2	Vías de acceso	8
2.2	Geología regional	9
	2.3.1 Litoestratigrafía	9
	a. Grupo El Tambor	11
	2.3.2 Geología estructural	12
	2.3.3 Geomorfología	13
	a. Hidrología	13
	b. Vegetación y condiciones climáticas	15
	c. Suelos	16
	d. Meteorización y erosión	16
	e. Relieve	17

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1	Marco metodológico	19
	3.1.1 Etapa de recopilación y análisis bibliográfico	19
	3.1.2 Etapa de campo	20
	a. Muestreo	21
	3.1.3 Etapa de laboratorio	21

3.1.4	Etapa de gabinete	22
-------	-------------------	----

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Estratigrafía local	25
4.1.1	Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático (Ugqf)	25
4.1.2	Unidad de Esquisto Clorítico (Uec)	27
	a. Subunidad de Anfibolita (Af)	31
	b. Subunidad de Mármol con intercalaciones de Sílice	33
4.1.3	Unidad de Mármol (Umm)	35
4.1.4	Unidad de Serpentinita (Usp)	38
4.1.5	Unidad de Pómez (Upz)	40
4.1.6	Unidad de Coluvión (Ucol)	43
4.1.7	Unidad de Aluvión (Ual)	44
4.1.8	Secuencia estratigráfica local	46
4.2	Geología estructural	47
4.2.1	Foliación (S ₁)	47
4.2.2	Foliación (S ₂)	49
4.2.3	Pliegues	50
	a. Pliegues principales	50
4.2.4	Boudines	51
4.2.5	Lineaciones	53
	a. Lineación de crenulación (S ₂)	53
4.2.6	Diaclasas	54
4.2.7	Fallas	55
	a. Fallas normales	57
	b. Fallas inversas	58
	c. Fallas dextrales normales	59
	d. Falla sinextral inversa	60
4.2.8	Grietas de tensión	60
4.3	Geomorfología local	62
4.3.1	Unidad de Origen Denudacional	62
	a. Subunidad de Colinada Denudacional (Cd)	62
	b. Subunidad de Depresión Denudacional (Dd)	63
	c. Surco y cárcavas	64
4.3.2	Unidad de Origen Agradacional	65
	a. Subunidad de Llanura Aluvial (Lla)	65
	b. Subunidad de Laderas de Acumulación (La)	66
4.3.3	Unidad de Origen Antrópico-Denudacional	67
4.3.4	Morfometría	68
4.3.5	Morfodinámico	69
	a. Meteorización	69
4.3.6	Movimientos de ladera	70
	a. Deslizamiento traslacional	70

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	Interpretación de las zonas metamórficas y unidades asociadas	73
5.2	Análisis e interpretación estructural	76
5.2.1	Análisis dominio dúctil	76
a.	Foliación (S1)	76
b.	Foliación (S2)	77
c.	Ejes de crenulaciones	78
d.	Ejes de pliegue	78
e.	Planos axiales de pliegues	79
f.	Boudines	80
5.2.2	Análisis dominio frágil	81
a.	Fallas normales	81
b.	Fallas inversas	82
c.	Fallas dextrales normales	83
d.	Falla sinextral inversa	83
5.2.3	Modelo estructural general del área de estudio	83
5.3	Análisis e interpretación geomorfológica	88
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA	97
	ANEXOS	99
	ANEXO I MAPA GEOLÓGICO, PERFIL A - A'	101
	ANEXO II MAPA GEOLÓGICO, PERFIL B – B'	103
	ANEXO III MAPA DE ZONAS METAMÓRFICAS	105
	ANEXO IV MAPA GEOMORFOLÓGICO	107
	ANEXO V MAPA DE MUESTRAS RECOLECTADAS	109
	ANEXO VI DESCRIPCIONES DE LAS MUESTRAS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Localización del área de estudio	7
2	Vías de acceso hacia el área de estudio desde ciudad capital (izquierda) desde Cobán, Alta Verapaz (derecha)	9
3	Trasectos de la zona de sutura Motagua, que diferencia ambos bloques al sur y al norte del río Motagua	11
4	Configuración hidrográfica del área	14
5	Secuencia estratigráfica local	46
6	Estereograma que representa la disposición de la foliación (s ₁) en las unidades	48
7	Estereograma que proyecta los planos axiales de crenulaciones (s ₂)	49
8	Estereograma de planos axiales pliegues antiformes (izquierda), tumbados (derecha)	51
9	Estereograma que muestra los ejes de boudines	52

10	Estereograma que representa las concentraciones de ejes de crenulación s_2	54
11	Roseta que representa los distintos patrones de fracturamiento	55
12	Estereograma de planos de fallas normales y sus estrías	58
13	Estereograma de planos de fallas inversas y sus estrías	59
14	Estereograma de planos de fallas dextrales y sus estrías	59
15	Estereograma de proyección de los planos de fallas sinextrales inversas	60
16	Diagrama de rosas de los planos de las grietas de tensión	61
17	Mapa de elevación digital	69
18	Estereograma de foliaciones s_1 (planos)	77
19	Estereograma de planos axiales de crenulación (s_2)	77
20	Estereograma de ejes de crenulaciones (s_2)	78
21	Estereograma de ejes de pliegues antiformes (izquierda), tumbados (derecha)	79
22	Estereograma de planos axiales de pliegues antiformes (izquierda), estereograma de planos axiales de pliegues volcados (derecha)	80
23	Estereograma de boudines	80
24	Izquierda: estereograma de fallas normales (primera familia), derecha: estereograma de fallas normales (segunda familia)	81
25	Izquierda: estereograma de fallas inversas (primera familia), derecha: estereograma de fallas inversas (segunda familia)	82
26	Estereograma de fallas dextrales normales	82
27	Estereograma de fallas sinextrales inversas	83
28	Estereograma que muestra el arreglo de las estructuras	84
29	Planos cartesianos de deformación	85
30	Modelo de deformación local del área	86
31	Modelo de deformación local para fallas normales situadas en el eje del pliegue	87
32	Elipse de deformación local del área	88

ÍNDICE DE CUADROS

1	Vértices del área de estudio	8
2	Rumbo, buzamiento de cada falla ploteada	57

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Afloramiento de gneis cuarzo feldespático	26
2	Grt fracturados rodeados por Qz y Ms	27
3	Pliegue tipo recumbente en esquistos clorítico	28
4	Afloramiento de esquistos cloríticos subvertical	29
5	Afloramiento de esquistos cloríticos subhorizontal	29
6	Vista microscópica de sección J014, izquierda: mineralogía de la roca, porfidoblasto de grt de tipo dextral. (XPL) derecha: muestra los cristales de cl (PPL)	30
7	Subunidad de Anfibolita	32

8	Muestra J034 –sección delgada de anfibolita. Izquierda: cristal de Grt acompañado de act y tr con cinemática de tipo dextral. Derecha: granates fracturados con inclusiones de Cl y Fd.	33
9	Pliegue de mármol con intercalaciones de sílice	34
10	Vista microscópica de la sección J027 (XPL)	35
11	Cerros de mármol en los alrededores de la aldea San Clemente	36
12	Izquierda: afloramiento de mármol. Derecha: mármol con sílice	37
13	Muestra J009 – sección delgada de unidad de Mármol (mrm)	38
14	Afloramiento de serpentinita	39
15	Afloramiento de serpentinita altamente fracturada	39
16	Muestra P003- vista microscópica de sección delgada de serpentinita, izquierda: mineralogía vista (XPL), talco, serpentina, opacos. Derecha: evidencia de microplegamientos. (PPL)	40
17	Afloramiento de pómez que denota los dos horizontes	41
18	Afloramiento de poméz con clastos imbricados, indican la dirección de corriente	42
19	Afloramiento de pómez fallado	42
20	Unidad de coluvión de mármol en alrededores de la aldea San Clemente	43
21	Coluvión de anfibolita en los alrededores de la aldea San Clemente	44
22	Unidad de aluvión en riachuelo San Clemente, flecha que indica el sentido de la corriente	45
23	Unidad de aluvión en río Morazán	45
24	Foliación (s_1) en la subunidad de Anfibolita	48
25	Plano de crenulación generado en la subunidad de Anfibolita en la aldea los tablones	49
26	Pliegue de tipo antiforme en la subunidad de Mármol con intercalaciones de Sílice	50
27	Boudines en la subunidad de Anfibolita	52
28	Diaclasas en subunidad de Anfibolita en la aldea Los Tablones	54
29	Evidencia de estrías	56
30	Grietas de tensión en la subunidad de Anfibolita	61
31	Subunidad de Colinada Denudacional (cd), en los alrededores de la finca El Paval	63
32	Subunidad de Depresión Denudacional (dd), en los alrededores de la aldea San Clemente	64
33	Surcos y carcavas en los alrededores de la aldea San Clemente	65
34	Subunidad de llanura aluvial (lla), izquierda: llanura de inundación (lli) en la aldea san clemente. Derecha: meandro del riachuelo San Clemente	66
35	Subunidad de laderas de acumulación (la), en los alrededores de la finca El Paval	67
36	Cantera artesanal de mármol	68
37	Meteorización física de grado iv en anfibolita en los alrededores de la finca El Paval	70
38	Deslizamiento traslacional	71
39	Deslizamiento traslacional	71

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Al	Albita
Bt	Biotita
CA	Carretera
Cal	Calcita
Chl	Cloritoide
Cl	Clorita
Cm	Centímetro
Dip/ Dir	<i>Dip Direction</i>
Dol	Dolomita
E	Este
Fd	Feldespató
GPS	<i>Global Position System</i>
GIS	Sistema de información geográfica
Grt	Granate
Hbl	Hornblenda
Km	Kilometro
m	Metros
mm	Milímetro
Ms	Moscovita
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
N	Norte
NE	Noreste
NS	Norte-Sur
NW	Noroeste
Op	Opacos
PDF	<i>Portable document format</i>
PPL	Luz polarizada plana
Qz	Cuarzo
S	Sur
SE	Sureste
SW	Suroeste
TI	Talco
W	Oeste
XPL	Luz polarizada cruzada
ZSM	Zona de sutura del Motagua

RESUMEN

El área de investigación se encuentra constituida por siete unidades litológicas; llamadas así de manera informal de acuerdo a sus características físicas en campo, de la más antigua a la más reciente encontramos: Gneis Cuarzo Feldespático, Esquisto Clorítico la cual presenta dos subunidades constituidas por: Anfibolita y Mármol rico en Sílice, Mármol, Serpentinita, Pómez, Coluvión y Aluvión.

Se definieron dos zonas metamórficas que se encuentran evidenciadas en las rocas aflorantes, ya que cumplen con la agrupación mineralógica que responde a una zona metamórfica de granate y una de clorita.

La geología estructural del área presentó: foliaciones, crenulaciones S_2 , pliegues antiformes y recumbentes, boudines, grietas de tensión, diaclasas y fallas. Tales estructuras fueron representadas en estereogramas, mediante los cuales se determinó la presencia de un evento deformacional dextral.

La geomorfología; se vio influenciada principalmente por la presencia y procesos, de agentes meteóricos que generaron Unidades Agradacionales, Denudacionales y de Origen Antrópico-Denudacional.

La historia geológica general se resumió, en un área que se constituye por cuerpos de roca alóctonos cabalgados, que han sufrido una deformación dextral que generó plegamientos en las rocas presentes.

INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra los resultados del estudio con el título: **GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: Delimitación de las zonas metamórficas en las rocas de los alrededores de la aldea San Clemente.**

El capítulo I expone el origen de la investigación, el cual se basó en un problema, sus antecedentes y su planteamiento; también los alcances y límites que este posee. A su vez, se plasmaron los objetivos que ayudaron a la solución del problema y por último se describe la metodología para la investigación respectiva.

El capítulo II describe la localización de la zona de estudio, las vías de acceso que ésta presenta, así como el contexto geológico, tectónico y geomorfológico regional del área de investigación.

El capítulo III muestra la descripción del marco metodológico; de manera que se detallan las etapas que conllevan al apoyo de responder al problema planteado, conformadas por; etapa de recopilación bibliográfica, de campo, de laboratorio y de gabinete respectivamente.

El capítulo IV presenta los resultados obtenidos en campo acerca de la geología local del área de investigación, donde se incluyeron los análisis macroscópicos realizados a nivel de afloramiento, macro y microscópico de las muestras recolectadas, que ayudaron a la determinación de la petrografía de las unidades expuestas, también se presentan las diferentes estructuras geológicas y la geomorfología de la zona de estudio.

El capítulo V presenta el análisis y discusión de resultados de cada apartado (litológico, estructural y geomorfológico), de manera que se expuso las

conclusiones finales de la investigación, con el fin de responder a cada uno de los objetivos propuestos al inicio de este informe, también se propuso recomendaciones a la comunidad científica y autoridades locales para su aplicación en proyectos que requieran de investigación geológica, para su ejecución.

CAPÍTULO I MARCO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes del problema

El estudio contempla una investigación documental donde fueron analizados algunos estudios relacionados con el área de investigación, dicha recopilación tuvo como objetivo brindar un acercamiento a los temas que centran la atención en el área cartografiada.

Dentro de los trabajos previos relacionados al área de estudio existe el de T.W. Donnelly, G.S. Horne, y Otros, quienes mencionan que existe una asociación ofiolítica en la zona de sutura del Motagua y que cuerpos alóctonos se pueden encontrar 50 Km al norte de la zona, a esta asociación ofiolítica la denominan como Grupo Tambor.¹

Según (Tziboy García, 2012)² “Dentro y fuera de la zona Motagua a lo largo del borde sur del bloque y también algunas decenas de kilómetros al norte de esta zona, ocurren rocas ofiolíticas, incluyendo eclogitas y anfibolitas localmente extensas. Ocurrencias especialmente extensas se hallan en Morazán y los Amates, y una gran ocurrencia se encuentra en el borde norte del bloque Chortis cerca de Sanarate.”

Mauricio Chiquín Yoj (2003), propone que el cuadrángulo El Progreso se encuentra aflorando rocas pertenecientes al Grupo el tambor, como una faja de unidades litológicas con características mineralógicas típicas de un complejo Ofiolítico, que fue emplazado durante la colisión de placas en el cretácico tardío.³

¹ T.W. Donnelly, G.S. Horne, y Otros., *The Geology of North America Vol. H. The Caribbean Region* The Geological Society of America, 1990. Capítulo 3, página 14.

² Freder Rafael Esau Tziboy, Trabajo final de campo: *Geología en El Progreso: Análisis litoestructural y geomorfológico a escala 1: 25 000, Al Noroeste de Morazán*, 2012, página 44.

³ Mauricio Chiquín Yoj, *Geología Cuadrángulo El Progreso*, 2003 pág. 10.

La Unidad de Esquistos Micáceo Granatíferos presenta lentes de mármol de grano grueso, los cuales se hacen dominantes en algunas localidades como finca Montecristo, finca Vista Hermosa, San Clemente, El Tablón, donde forma la Unidad de Mármol, y cuyos sedimentos originales fueron considerados haberse depositado en el Cretácico Temprano a Medio (FOURCADE, et al, 1994).⁴

De manera más específica según (Cortéz Bendfeldt Abril, 2002)⁵, se mencionan distintas unidades aflorantes en algunos sectores del área, puesto que dicho trabajo es en un área de 20 kilómetros cuadrados este solo abarca 6 kilómetros del área de estudio; datos de entre los cuales podemos destacar las siguientes unidades;

Unidad de mármol, Unidad de Esquistos Micáceos, Unidad de Cuarzita, Unidad de Peridotita Serpentinizada, Unidad de Anfibolita, Unidad de Eclogita.

El metamorfismo barroviario aplica a secuencias de rocas pelíticas, ya que ofrecen ventajas considerables a esclarecer las condiciones de P-T del grado metamórfico, ya que son relativamente a los cambios en dichas condiciones. Muchas reacciones son discontinuas, lo que permite denotar zonas metamórficas.

Las zonas barroviarias se definen por la primera aparición de minerales índice, que generalmente (no siempre persisten hacia zonas de mayor grado metamórfico (mayor temperatura). En relación a variaciones en la temperatura, estos minerales son: clorita, biotita, granate, estauroilita, cianita y sillimanita.

Sin embargo, es muy importante determinar las agrupaciones mineralógicas. Por lo que, las zonas de metamorfismo llevan el nombre del mineral índice.

⁴ Mauricio Chiquín Yoj, *Geología Cuadrángulo El Progreso*, 2003, p. 32.

⁵ Silvia Cortéz, *Geología Morazán, El Progreso, Levantamiento Geológico*. 2002.

1.2 Planteamiento del problema

¿Cuál es la zona metamórfica según Barrow a la que estarán asociadas las rocas aflorantes en un área de 9 Km² a los alrededores de la aldea San Clemente, Morazán, El Progreso a una escala 1: 5 000?

1.3 Justificación

El país cuenta con escasa información referente a estudios geológicos, por lo que se hizo necesario ampliar la base de conocimientos científicos en la materia. La investigación realizada, contribuyó al registro geológico del país a través de la cartografía a una escala a detalle de 1: 5 000 la cual se orientó principalmente a la caracterización de zonas metamórficas, unidades litológicas y comportamiento estructural local.

La data geológica que se generó del estudio, quedo a disposición, como una herramienta técnica y útil de soporte a investigaciones relacionadas a aspectos científicos, ambientales y sociales, con información expresada en un mapa geológico para la interpretación de las variables relevantes observadas durante la investigación a comunidades del municipio de Morazán, El Progreso.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Definir la litología, sus rasgos estructurales como también geomorfológicos plasmados en un mapa que encierre dichos aspectos en los alrededores de la Aldea San Clemente, Morazán, El Progreso a una escala 1: 5 000.

1.4.2 Específicos

- Describir la composición mineral tanto macro y microscópicamente de las unidades aflorantes en el área de estudio.
- Establecer la zona metamórfica según Barrow a la que están relacionadas las rocas que afloran en la zona.
- Realizar un corte geológico de manera transversal y otro oblicuo para un mejor análisis del comportamiento de las distintas litologías y también una secuencia estratigráfica local del área.

1.5 Hipótesis

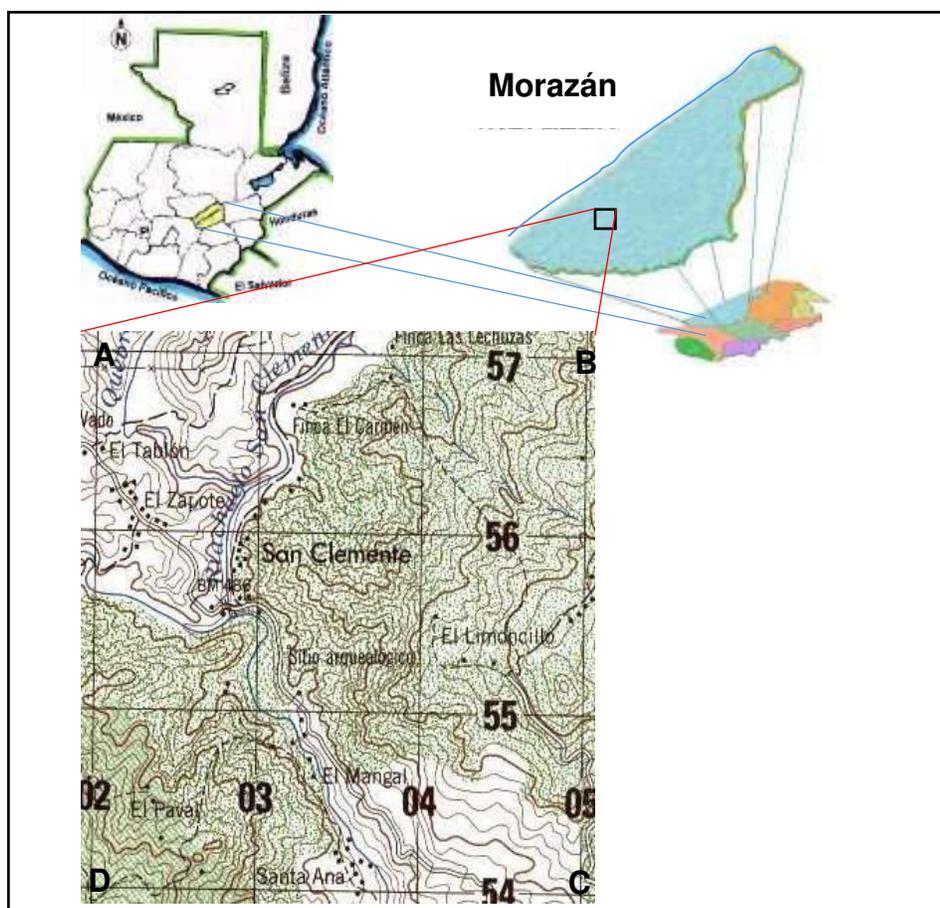
Las unidades aflorantes en el área de investigación son de carácter pélico, resultado de un metamorfismo regional, por lo tanto y con base a las condiciones de formación y origen de las rocas, estas podrían responder a una zona metamórfica de Barrow (1 893), específicamente a una zona de granate (cuarzo, moscovita, clorita, biotita, granate, albita).

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 Localización geográfica

El área de investigación se desarrolló en el departamento de El Progreso, al suroeste de Guastatoya (figura 1). En la Aldea San Clemente, Caseríos El Zapote, El Mangal y El Paval.

**FIGURA 1
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: Modificado de hoja cartográfica 2160 I EL PROGRESO, SIG, coordenadas extraídas de área aldea San Clemente, Morazán. 2 016.

Se localiza en la hoja cartográfica El Progreso a escala 1: 50 000, Se encuentra delimitada por los vértices A, B, C y D de la figura 1. Con una extensión de 9 Km² la cual está delimitada por las coordenadas del cuadro 1.

CUADRO 1 VERTICES DEL ÁREA DE ESTUDIO

COORDENADAS UTM (WGS 84) Z 15		
Vértice	Norte	Este
A	1657000	802000
B	1657000	805000
C	1654000	805000
D	1654000	802000

Fuente: Investigación de Campo, 2 015.

2.2 Vías de acceso

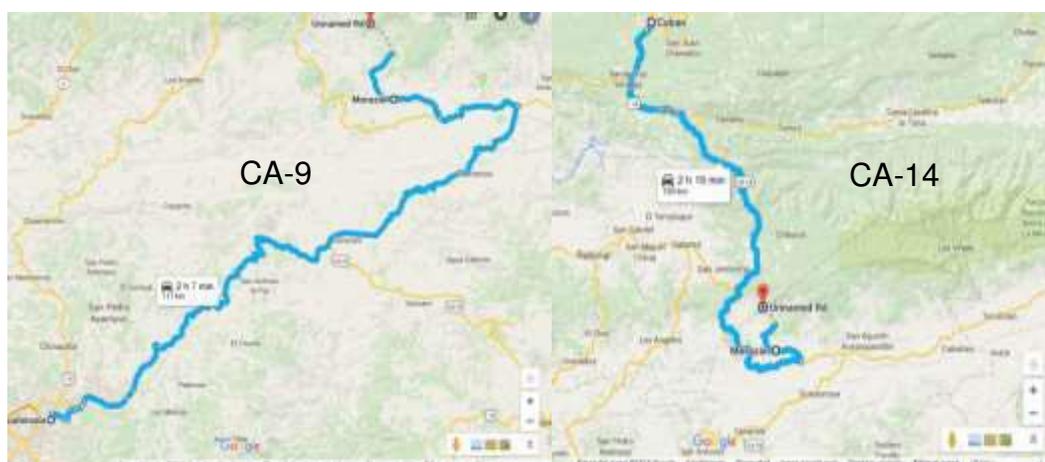
Los accesos con los que se contaron para ingresar al área son: Desde el municipio de Cobán, Alta Verapaz hacía el municipio de Morazán, El Progreso; por toda la CA – 14, carretera que comunica las Verapaces con el Rancho (127 Km de carretera asfaltada transitable por cualquier tipo de vehículo) hasta el cruce frente a la gasolinera Las Verapaces.

De la gasolinera hacia Morazán se recorrió 15,3 Km de carretera asfaltada. Por medio de la CA - 14 a la altura del caserío el Monjón al cual se accedió directamente por medio de calle de terracería a unos 4,3 Km aproximadamente al área de estudio.

Posteriormente se tomó la ruta que comunica Morazán y la aldea el Moral, por 3,7 Km de carretera de Terracería. De la aldea el Moral a San Clemente son 10,2 Km de carretera de terracería.

Se accedió también desde la ciudad capital por medio de la carretera centroamericana CA-9 en dirección a El Rancho, luego hacia las Verapaces a través de la carretera CA-14. La distancia de Morazán a la ciudad de Guatemala es de 103 Km y hacia Guastatoya (la cabecera departamental) es de 31 Km aproximadamente. (figura 2).

FIGURA 2
VÍAS DE ACCESO HACÍA EL ÁREA DE ESTUDIO DESDE
CIUDAD CAPITAL (IZQUIERDA) DESDE COBÁN, ALTA
VERAPAZ (DERECHA)



Fuente: Extraído de Google Maps, visita 06/10/2 015.

2.3 Geología regional

2.3.1 Litoestratigrafía

Las litologías más importantes junto a los rasgos estructurales dominantes se encuentran bien expuestas en la cordillera que se extiende en una dirección E, desde Guatemala hasta el Caribe.

Existe una secuencia bastante gruesa de esquistos granate-mica y gneises pre-Pensilvanicos, a los cuales se les atribuye el nombre Serie Chuacús, la cual fue elevada, cabalgada y plegada

hacia el Norte con un eje que se inclina hacia el *W* o *SW*, estas son rocas del Grupo el Tambor.

El área de investigación se encuentra al norte del municipio de Morazán, El Progreso. Esta región pertenece al Bloque Maya ya que se ubica al norte de la zona de sutura del Motagua (ZSM) y al sur de la falla Polochic. El Bloque Maya tiene un basamento metamórfico bien expuesto a lo largo de su margen sur; sólo se puede conjeturar la historia del pre-Paleozoico Tardío.⁶

La historia desde el Pensilvánico al Cenozoico incluye una gruesa sedimentación marina en una fosa del Paleozoico Tardío; sedimentación continental durante el Jurásico y probablemente Cretácico Temprano, deposición de una cuenca carbonática gruesa, limitada por arrecifes, con extensas evaporitas durante el Cretácico Temprano.

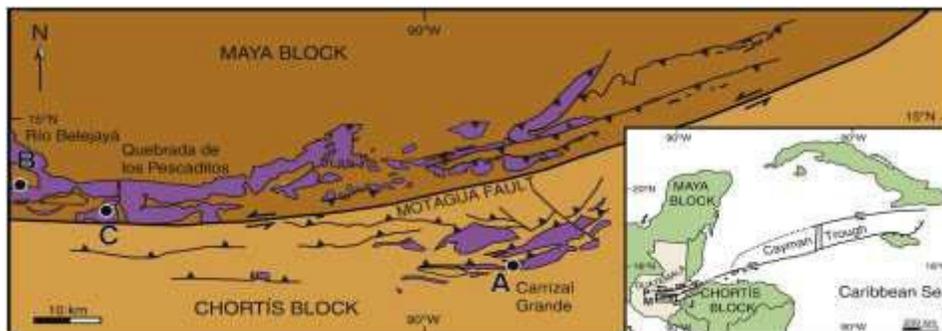
También se dio deposición de caliza de plataforma durante el Cretácico Tardío; deformación y sedimentación clástica gruesa acompañante a lo largo del borde sur durante un evento de sutura del Cretácico Tardío y Terciario temprano; acompañado por emplazamiento por cabalgamiento y deslizamiento de un complejo ofiolítico; y deposición de ambientes sedimentarios.⁷

Un fallamiento transcurrente afectó el borde sur durante el Neógeno; los movimientos anteriores sobre este sistema de falla de margen de placas son controversiales. Generó así dos bloques tectónicos definidos como el Bloque Maya al norte, y al sur el Bloque Chortís donde se ubica al cuadrángulo El Progreso en lo que se ha definido como ZSM. (figura 3)

⁶ T.W. Donnelly, G.S. Horne, y Otros., *The Geology of North America Vol. H. The Caribbean Region* The Geological Society of America, 1990. pág. 2.

⁷ Ibid. pág. 3.

FIGURA 3
TRASECTOS DE LA ZONA DE SUTURA MOTAGUA, QUE
DIFERENCIA AMBOS BLOQUES AL SUR Y AL NORTE DEL RÍO
MOTAGUA



Fuente: *Metamorphic reworking of a high pressure–low temperature mélangé along the Motagua fault, Guatemala: A record of Neocomian and Maastrichtian transpressional tectonics.* Documento PDF. Página 229. 2016.

A continuación, se muestra una breve descripción de algunos tipos de rocas que afloran en el área, pertenecientes al Grupo El Tambor.

a. Grupo El Tambor

Según Donnelly, T. esta es una asociación ofiolítica desmembrada que se extiende en el centro de Guatemala. La mayoría de las ocurrencias están dentro de la ZSM, pero cuerpos alóctonos grandes también se localizan cerca de 20 Km al sur y 50 Km al norte de la zona.

La litología dominante es serpentinita, pero son abundantes las grawacas, así como lavas en almohadillas y fragmentos de diques de diabasa.⁸

De acuerdo a rasgos fisiográficos y relaciones de campo, se observa que muchos cuerpos de peridotita serpentinizada

⁸ T.W. Donnelly, G.S. Horne, y Otros., *The Geology of North America Vol. H. The Caribbean Region* The Geological Society of America, 1990. pág. 14.

cabalgan sobre el basamento que variablemente pueden ser filitas, esquistos, gneises u otras unidades de carácter ofiolítico.

Existen variaciones mineralógicas y por ende texturales en la petrografía de los cuerpos serpentiniticos del cuadrángulo; esto permite sugerir que el grado de serpentización no es uniforme y aparentemente es mayor a lo largo de la zona de falla del Motagua.

A lo largo de la zona de falla del Motagua, se ha observado la existencia tanto al norte como al sur, de una unidad litológica que presenta las características mencionadas, suficientes para identificarla como *mélange*.

Estas unidades generalmente estuvieron asociadas por fallamiento con cuerpos de serpentinita, anfibolita, esquistos micáceos granatíferos y mármol, forman una faja irregular.⁹

2.3.2 Geología estructural

Centro América fue subdividida en dos bloques corticales principales, el Bloque Maya al norte y el Bloque Chortis al sur (DENGO, 1 969). Separó ambos bloques MÜLLER (1 979) reconoció otra unidad tectónica regional, la ZSM, la cual tiene un ancho variable, entre 5 Km y 10 Km, constituido de bloques ofiolíticos, con grandes cuerpos serpentinizados limitados por la falla Cabañas.

Más recientemente, BECCALUVA *et al.*, (1 995), establecieron que la ZSM representa una zona de cizalla sinistral entre los bloques continentales Maya y Chortis, e incluye el Sistema de Falla Motagua (SFM), que está constituido por las fallas de rumbo

⁹ T.W. Donnelly, G.S. Horne, y Otros., *The Geology of North America Vol. H. The Caribbean Region* The Geological Society of America, 1990. pág. 42.

de tendencia E-O y ENE-OSO (en algunos lugares sísmicamente activas) de Polochic, Motagua, Cabañas, y Jocotán.¹⁰

El cuadrángulo El Progreso se encuentra constituido de tres unidades tectónicas: una unidad al norte que pertenece al Bloque Chortis, una unidad central angosta de proyección este-oeste conocida como ZSM, y una unidad al sur perteneciente al Bloque Chortís.

Las unidades tectónicas que conforman el cuadrángulo presentan diferentes estilos de deformación frágil, principalmente en la orientación de las fracturas.

2.3.3 Geomorfología

a. Hidrología

Hidrológicamente, Guatemala está dividida en tres grandes vertientes, según su desembocadura, hacia el Atlántico o Pacífico¹¹. La zona de estudio se ubica en la vertiente del Atlántico o Caribe ya que se ubica al norte del río Motagua el cual es el río más largo del país con 486,55 Km.

El río Motagua presenta características modificadas por pendientes suaves y un desarrollo menos brusco ya que hace su recorrido por zonas montañosas en donde hay barrancas y cañones. La pluviosidad de la vertiente en la zona de estudio es de aproximadamente 500 mm/anales.

El drenaje del área es variado, se observan diversos tipos de configuración que son producto tanto del control estructural

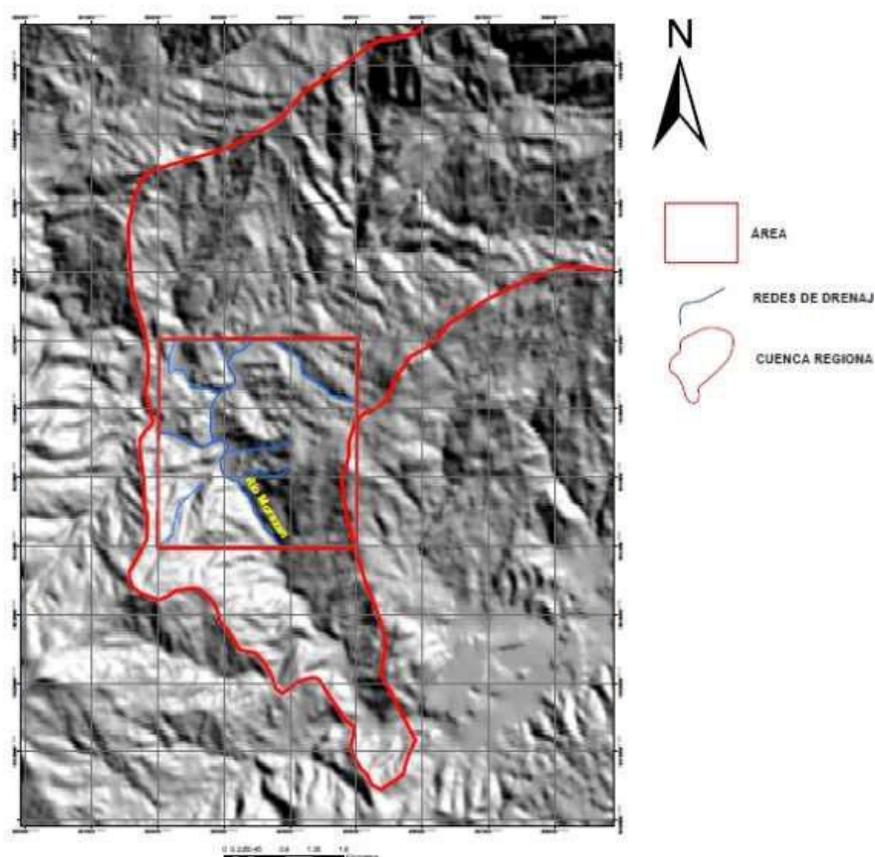
¹⁰ T.W. Donnelly, G.S. Horne, y Otros., *The Geology of North America Vol. H. The Caribbean Region* The Geological Society of America, 1990.p. 60

¹¹<http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios%20de%20guate.htm#DIVISION%20HIDROLOGICA%20DE%20GUATEMALA> s/n. Visita 6/11/2015.

como del litológico. A la vez, existen varios ríos secundarios localmente importantes, estos son el Guastatoya, Morazán, Marajuma, Tulumajillo y Aguahiel.

En general, el drenaje está controlado estructuralmente con variaciones en su orientación por las estructuras lo cual dio origen a drenajes de tipo paralelo a subdendrítico. (figura 4)

FIGURA 4
CONFIGURACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA



Fuente: Modificado de hoja cartográfica 2160 I EL PROGRESO, SIG, y HILL de Guatemala.

b. Vegetación y condiciones climáticas

De acuerdo a la ubicación geográfica y los relieves en la topografía de Guatemala, se diferenciaron seis zonas climáticas identificadas por el sistema de *Thorntwaite*. Estas son: Las Planicies del Norte, Franja Transversal del Norte, Meseta y Altiplanos, La Bocacosta, Planicie Costera del Pacífico y Zona Oriental.¹²

El área de estudio se puede encontrar en la región de Zona Oriental. Ésta comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de El Progreso, Jalapa, Jutiapa y Chiquimula.

En esta región se manifiestan climas de género cálido con invierno seco, varían su carácter de semisecos sin estación seca bien definida hasta secos.

Localmente el área presenta un clima subtropical húmedo el cual da origen a bosques de coníferas en la mayor parte del área debido a que esta se encuentra en las partes altas del municipio. Conforme se dirija al sur del área, el clima se hace más cálido lo cual hace que predominen los arbustos.¹³

La Flora fue identificada popularmente como:

Palos de Mango, Aguacate, Ceibas, Limón, Guanaba, Ciprés, Lima, Tamarindo, Maíz, Frijol.

¹² <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>. 03/11/2015.

¹³ <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>. 03/11/2015,

c. Suelos

La topografía del terreno del municipio de Morazán es irregular y cuenta con suelo de tipo arcilloso con abundante roca, mayoritariamente su suelo es de vocación forestal.

Sin embargo, en los lugares cercanos o próximos a ríos y riachuelos cuenta con algunos terrenos que poseen la topografía y los nutrientes necesarios para diversos cultivos, los cuales se desarrollan con buen grado de manejo tecnológico y rentabilidad para los agricultores (MAGA INAFOR, IGN 1 980).¹⁴

Se subdividen según la serie de suelos propuesta por *Simmons* y se basan en la textura de la capa superficial. En la zona de estudio se localizaron los siguientes; suelos Acasaguastlán –Ac, suelos Marajuma –Mj-, suelos Chol –Chg- y suelos Salamá fase quebrada.

d. Meteorización y erosión

Los procesos meteóricos y erosivos que tienen alta influencia en las rocas aflorantes en el cuadrángulo El Progreso afectan de manera directa a aquellas que se encuentran en las partes altas del relieve con grado que varía entre II a III respectivamente.

Mientras que en las partes bajas de la topografía se encuentran directamente relacionadas a la hidrografía del área que crea una meteorización de grado II en su mayoría, mientras que en las laderas la meteorización y erosión presenta grados altos generados por procesos intempericos.

¹⁴ Plan de desarrollo municipal, Morazán, El Progreso, 2 010. Pág. 43.

e. Relieve

El departamento es bastante montañoso y quebrado. Está integrado por un relieve dominado por cotas menores o iguales a 1 400 msnm, modificado por laderas que van desde pendiente suave a abruptas.

Por lo que el área responde a pendientes que van de suaves a muy altas, que corresponden a laderas que modifican la geomorfología de la zona.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Marco metodológico

En los siguientes apartados, se describieron parte del proceso de investigación en la que se llevaron a cabo las etapas de recolección bibliográfica, etapa de campo, etapa de laboratorio y de gabinete en las cuales se describen los procesos y metodologías realizadas para llevar a cabo satisfactoriamente cada una de las fases de manera ordenada.

3.1.1 Etapa de recopilación y análisis bibliográfico

En esta etapa se consultó material bibliográfico como tesis, páginas *web*, mapa base del área, mapas geológicos y/o geomorfológicos, libros de texto que se encuentran relacionados con el área de estudio y la temática para poder cumplir con los objetivos planteados anteriormente y la confirmación de la hipótesis impuesta para la investigación realizada en la zona.

De manera que se tomó únicamente información puntual del área puesto que así se pudo saber con anticipación la litología existente en el área, así como rasgos estructurales de mayor importancia que se encontraron dentro de la misma.

Dentro de esta etapa se elaboró el mapa base donde se tomó en cuenta rasgos topográficos, geográficos y demográficos; de manera que se plasmó en este las vías de acceso del lugar, poblados o caseríos, y la ubicación de rasgos geológicos de interés para el objeto de estudio mismos que fueron determinados por medio del uso de fotografías aéreas de la zona de investigación.

3.1.2 Etapa de campo

Para la recolección de datos en el campo se utilizaron las siguientes técnicas de mapeo y ubicación en el campo:

Se realizó un mapeo geológico a escala 1: 5 000 para la descripción de las unidades litológicas y recolección de datos en el campo, se llevó a cabo a través del método de mapeo por afloramientos el cual consistió en la ubicación de sitios de interés con la ayuda de navegadores *Global position system (GPS)* apoyado a un sistema de coordenadas geográficas *WGS84 z 15*.

Se tomó como base guías de observación, para las descripciones generales de aspectos estructurales, geomorfológicos y litológicos.

Con la asistencia de la brújula se midió los rumbos y buzamientos de estructuras tales como: foliación, boudines, crenulaciones, fallas, diaclasas, pliegues y grietas de tensión de los afloramientos de interés que presentaran dimensiones mayores a 5 m, se tomó en cuenta la escala utilizada para el mapeo.

La orientación de los datos se realizó con el método *dip direction (Dip/Dir)* el cual mide el valor azimutal en grados (°) de la dirección hacia donde un plano se inclina y el rumbo que este presenta con respecto al norte magnético.

A nivel de afloramiento se observó y se describió características como: color, grado de meteorización, dureza y tenacidad, con la finalidad de determinar el tipo de roca y la distribución espacial de las mismas en el área de estudio.

a. Muestreo

El muestreo se realizó en función del mapeo efectuado en la etapa de campo, ya que las muestras fueron extraídas con base a las características minerales, texturales y estructurales representativas de cada afloramiento.

Las muestras obtenidas se observaron de manera macroscópica para la determinación de su composición mineralógica, la distribución y cantidad que mantienen apoyados con lupas de 10X y 30X.

Se tomaron en cuenta distintos aspectos para poder obtener las distintas muestras, tales como:

Obtener muestras que no presentaran afectadas por alteraciones ni por meteorización y/o erosión.

Por lo que la naturaleza de las muestras es roca, se tomó en cuenta que las mismas tuvieran un tamaño prudente, para realizar un análisis más a detalle. Por lo que las dimensiones que se manejaron para cada una de ellas era de aproximadamente ente 10 cm³ a 15 cm³.

Las muestras que se recolectaron fueron debidamente georeferenciadas con coordenadas unidades transversales de Mercator (UTM) y orientadas con la ayuda de una brújula Brunton a través del método (Dip/Dir) para saber de manera correcta la orientación y distribución de las unidades de roca con su disposición mineralógica.

3.1.3 Etapa de laboratorio

Una vez culminada la etapa de campo, se inició la etapa de laboratorio, en la cual se tomaron 15 muestras representativas de

cada unidad de roca presente en el área, con énfasis a las que presentaron las características mineralógicas adecuadas para la determinación de la zona metamórfica de granate propuesta por Barrow.

En consecuencia, las rocas que fueron seleccionadas, mostraron entre su mineralogía una porción de cuarzo (Qz), moscovita (Ms), clorita (Cl), biotita (Bt), granate (Grt), y albita (Al), así determinar la cantidad y distribución que presenta dicha agrupación mineral dentro del área de estudio.

Una vez seleccionadas las muestras se inició con el análisis de mano con apoyo de estereoscopios (lupas binoculares), posteriormente se realizaron secciones delgadas de cada muestra las cuales fueron analizadas con un microscopio petrográfico, y se determinó su composición, textura, porcentaje y distribución mineral.

3.1.4 Etapa de gabinete

En esta etapa se recopiló y analizó toda la información derivada de las etapas anteriores de manera ordenada para culminar con éste informe final, el cual comprende el análisis e interpretación de datos de campo para la realización de un mapa geológico, una secuencia litoestratigráfica local (figura 5 capítulo IV), elaboración de dos cortes geológicos (Anexo 1 y Anexo 2).

Para la realización del informe fue necesario ordenar los datos de campo para la interpretación geológica con el fin de conocer los procesos de formación que dieron origen a la litología del área.

Además del mapeo geológico también se realizó un mapa de la distribución que mantienen las distintas zonas metamórficas en el área, con el objeto del cumplimiento específico de la investigación

(Anexo 3); también un mapa geomorfológico (Anexo 4), y un mapa de ubicación de las muestras que se extrajeron en campo (Anexo 5).

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Estratigrafía local

Se describe en el presente capítulo las unidades litológicas halladas en el área de estudio, de manera que fueron clasificadas en base a características texturales y mineralógicas. Así como también fue necesario, el análisis petrográfico de las muestras de roca que se seleccionaron, para poder determinar la mineralogía de las unidades y lograr una mejor descripción y caracterización de las mismas.

El área de estudio se encontró conformada por siete unidades litológicas llamadas de manera informal como: Gneis Cuarzo Feldespático (Ugqf), Esquisto Clorítico (Uec) con dos subunidades las cuales son de: Anfibolita y Mármol con intercalaciones de Sílice, Mármol (Umrn), Serpentinita (Usp), Pómez (Upz), Coluvión (Ucol), Aluvión (Ual).

A continuación, se presenta de una manera más detallada las ocho unidades litológicas en orden de la más antigua a la más reciente.

4.1.1 Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático (Ugqf)

Esta unidad se presentó únicamente en la región sur, abarca 1,2 Km² del área en bloques de distintos tamaños altamente afectado por la meteorización que varía entre grado II a III, la cual se encuentra en contacto de manera gradual con el esquisto clorítico.

El alto contenido de entre cuarzo y feldespato le dio una coloración blanca a beige a la roca. Presentó también una foliación marcada a lo largo de su extensión entre N025° a N048° y su

inclinación hacia el N es bastante baja la cual se mantuvo subhorizontal de manera uniforme.

Su mejor exposición se encontró a un costado de la carretera que conduce a San Clemente; donde se pudo observar de manera subhorizontal (fotografía 1).

FOTOGRAFÍA 1
AFLORAMIENTO DE GNEIS CUARZO FELDESPÁTICO- UTM: E
804312; N 1654250.



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

A nivel macroscópico mantuvo una textura gnéisica con una foliación marcada, se logró observar cristales euhedrales de cuarzo y feldespato (55 % y 35 % respectivamente); se resaltó la presencia de granates que se encontraron altamente oxidados (9 %), con tamaños entre 0,05 mm a 0,1 mm, de manera diseminada en la roca y no fueron visibles en sus superficies, solamente al partir la roca.

También presentó pequeñas bandas de oxidación que probablemente sean resultado de la oxidación del granate. Por último, de manera también diseminada exhibe algunas moscovitas y cloritas (1%).

Con coordenadas UTM E 0804768 N 1654880 se ubicó el bloque de las muestras P004 (anexo 5) con tamaños de 3 m de ancho por 2 m de alto, con tonalidad beige, con una textura gnéisica y granoblástica por la presencia de cuarzo y feldespato, con bastante porosidad también.

Los resultados del análisis microscópico presentaron una composición mineralógica que se constituyó de; 75 % de Qz, 15 % de Fd, 3 % de Ms, 2 % de Grt y un 5 % de otros minerales que denotaron una textura granolepidoblástica.

En la fotografía 2 se muestran algunos cristales de Qz y Fd de manera inequigranular, también se exhibieron algunos granates fracturados.

FOTOGRAFÍA 2

GRT FRACTURADOS RODEADOS POR QZ Y MS



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.1.2 Unidad de Esquisto Clorítico (Uec)

Esta unidad abarcó la mayor extensión del área total, cubre 4.0 Km², aflora al noroeste del área y al noreste también, se encontró en bloques de diversos tamaños de 7 m de alto por 5 m de ancho aproximadamente.

Se exhibió generalmente con interfoliaciones de bandas de 2 m a 4 m de mármol por lo que se definió su contacto de manera gradual.

Dicha unidad predominó en las partes bajas cerca del río Morazán, donde se encontraron sus mejores afloramientos, cabe resaltar que se mostró también sobre el Ríachuelo San Clemente de manera subhorizontal con una dirección N-S en su foliación.

A nivel de afloramiento la roca demostró dos disposiciones en su foliación de carácter subhorizontal a subvertical cuando aumenta el buzamiento de este, en la carretera de la aldea El Zapote, se encontró un pliegue de tipo recumbente el cual fue constituido principalmente de esquistos cloríticos (fotografía 3).

FOTOGRAFÍA 3
PLIEGUE TIPO RECUMBENTE EN ESQUISTO CLORÍTICO-UTM E
802644; N 1655712



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

El plegamiento que ocurrió en dicha unidad generó dos orientaciones para sus flancos puestos que; revelaron una disposición sub vertical cercano a las orillas del río Morazán (fotografía 4).

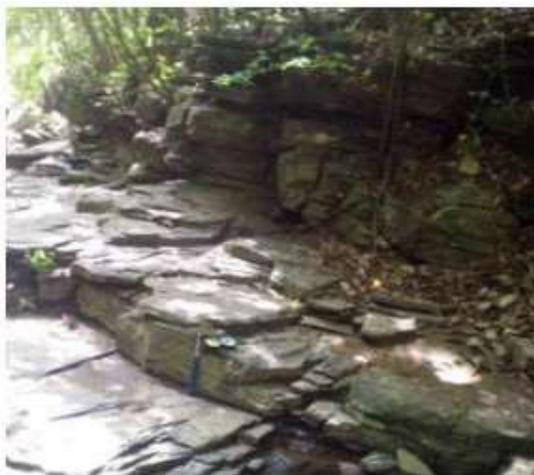
FOTOGRAFÍA 4
AFLORAMIENTO DE ESQUISTO CLORÍTICO SUBVERTICAL-
UTM: E 801952; N 1655698



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

De igual manera se presentó sub horizontal en las orillas del Ríachuelo San Clemente como se puede observar en la fotografía 5.

FOTOGRAFÍA 5
AFLORAMIENTO DE ESQUISTO CLORÍTICO SUBHORIZONTAL-
UTM E 803327; N 1656753



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

En los alrededores de la finca El Zapote y la aldea San Clemente la unidad exhibió interfoliaciones de bandas constituidas de anfibolita, mármol con intercalaciones de sílice, y pequeños

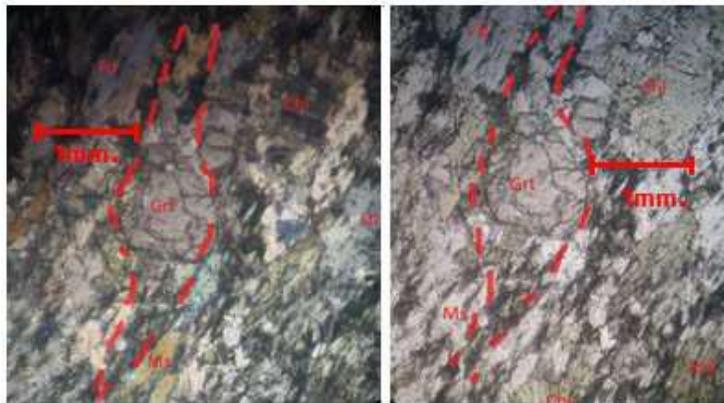
lentes de esquistos micáceos; de dimensiones variables desde 50 cm hasta 1,5 m.

Por lo que a lo largo del área fueron tomadas como subunidades de la Unidad de Esquisto Clorítico debido a su gran abundancia, aunque con dimensiones no representables en la escala utilizada.

La roca a nivel macroscópico evidencio una coloración verde olivo por su alto contenido de clorita 60 %, se lograron observar granate de 1 mm de diámetro los cuales se encontraron cloritizados los cuales ocuparon el 15 % de la roca, con carácter esquistoso, y una textura lepidoblástica.

En la fotografía 6 de la sección recolectada en campo con el código; J014, se lograron observar dichas características, donde los cristales de los filosilicatos y algunas Cl se evidenciaron alineados debido a la foliación de la roca, así mismo se observan pequeños Grt con inclusiones de Cl a sus alrededores.

FOTOGRAFÍA 6
VISTA MICROSCÓPICA DE SECCIÓN J014
IZQUIERDA: MINERALOGÍA DE LA ROCA, PORFIDOBLASTO DE
GRT DE TIPO DEXTRAL. (XPL)
DERECHA: MUESTRA LOS CRISTALES DE CL (PPL).



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Su composición mineralógica estuvo constituida porcentualmente de la siguiente manera; Cl 65 %, Qz 15 %, Ms 10 %, Grt 3 %, Fd 5 %, Anf 7 % y 2 % de otros minerales que conjuntamente generaron una textura lepidogranoporfidoblástica en la sección J014.

a. Subunidad de Anfibolita

Esta subunidad afloró al oeste de la zona de estudio, en los alrededores de la finca El Paval, y también al este en las proximidades de la aldea Los Tablones; donde se mostró intercalada dentro de la Unidad de Esquisto Clorítico en forma de pequeñas bandas no mayores a 1,5 m aproximadamente.

A nivel de afloramiento dicha roca presentó una foliación bastante marcada la cual se presenta al igual que en el esquisto clorítico con tendencias N-S con pequeñas variaciones hacia el E-W respectivamente, generalmente se solía encontrar con una inclinación entre 25-50°. Con grado de meteorización que va desde I hasta IV.

En la fotografía 7 se puede observar el carácter esquistoso que mostró la anfibolita en proximidades del esquisto clorítico, se logró distinguir ambas rocas principalmente por su coloración y composición mineral.

FOTOGRAFÍA 7
SUBUNIDAD DE ANFIBOLITA
-UTM: E 804732: N 1655647



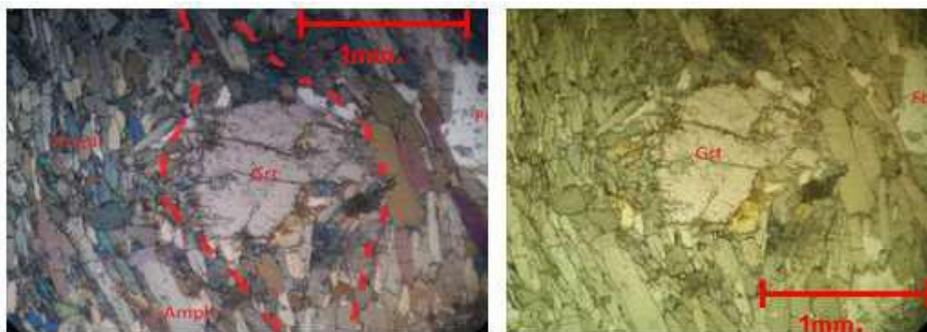
Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Macroscópicamente se observaron variaciones en su mineralogía, la cual se compone en su mayoría por anfíboles que constituyen el 65 % de la roca, cuarzo y feldespato 5% respectivamente, también presentó granates fracturados de tamaños entre 0,5 mm hasta 1,5 mm (10 %), finalmente se exhibe un bajo porcentaje en su contenido de clorita 20 %.

En el SW del área, con coordenadas UTM N 1654994 E 0802739 se encontró el bloque de la muestra J034 (anexo 5), de 5 m de alto, con tonalidad verde oscura y un clivaje continuo, se logran observar los pórfidos de granates.

En la fotografía 8 se muestran algunos cristales de anfíboles (Anf) que se encuentran alineados debido a la foliación que esta roca presenta, también Fd y fenocristales de Grt con pequeñas inclusiones de Qz y en algunos casos de clorita (Cl).

FOTOGRAFÍA 8
MUESTRA J034 –SECCIÓN DELGADA DE ANFIBOLITA.
IZQUIERDA: CRISTAL DE GRT ACOMPAÑADO DE ACT Y TR
CON CINEMÁTICA DE TIPO DEXTRAL.
DERECHA: GRANATES FRACTURADOS CON INCLUSIONES DE
CL Y FSP



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Su composición mineralógica se resumió a 55 % de Anf (tremolita y actinolita mayoritariamente), 20 % de Qz, 15 % de Grt, 5 % de Fd, 2 % de cristales pequeños de Cl y un 3 % de otros minerales, los cuales generaron una textura nematogranoporfidoblástica.

b. Subunidad de Mármol con Intercalaciones de Sílice

En esta subunidad se encerró un mármol de coloración azul que mostró intercalaciones de bandas pequeñas de sílice con espesores de varios centímetros completamente variante en toda la subunidad.

En la parte central del área (a lo largo del camino vecinal que conducía a la aldea San Clemente) aflora esta sub unidad con dirección en su foliación predominantemente hacia el norte N307°. También exhibió un grado de meteorización de entre III a IV.

En la región central del área presentó en mayor cantidad las intercalaciones de sílice, de dimensiones que variaban de entre 15 cm alto hasta 30 cm ancho.

A un costado de la carretera que conduce hacia San Clemente se halló un afloramiento de mármol plegado de manera tumbada hacia el NW, donde se logró distinguir las pequeñas bandas de sílice que este mantenía, con una coloración azulada a gris, como se logra observar en la fotografía 9.

FOTOGRAFÍA 9
PLIEGUE DE MÁRMOL CON INTERCALACIONES DE SÍLICE-
UTM: E 803317; N 1654924



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Con coordenadas UTM E 0803133, N 1654977 aflora dicho mármol con intercalaciones de bandas de sílice (50 %), de 5 m de largo por 2 m de alto, altamente plegado, a nivel macroscópico presentó bastante porosidad, se pudo observar las moscovitas en superficie de manera diseminada (15 %), así mismo presenta planos de oxidación entre la sílice.

En la fotografía 10 se muestra una vista microscópica de la sección J027, la cual presentó fenocristales de calcita (Ca)

que constituía el 40 % de la lámina delgada, también se muestra dolomita (Dol) 10 % de manera poligonal y una coloración más oscura dichos, minerales se encuentran de manera euhedral a subhedral.

FOTOGRAFÍA 10 VISTA MICROSCÓPICA DE LA SECCIÓN J027 (XPL)



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Probablemente la coloración en dicha subunidad estuvo dada por la presencia de grafito en la roca, al tacto no dejó residuos ni marcas como comúnmente sucede debido a su baja dureza, sin embargo, en la sección delgada (J027) se corroboró la presencia de este mismo, donde se observa en formas de patinas de coloración oscura que constituían el 10 % de la lámina.

4.1.3 Unidad de Mármol (Umrn)

La Unidad de Mármol aflora en forma de bloques grandes que ocuparon 1,2 Km² del área, las dimensiones de los cuerpos son variantes de entre 10 m a 15 m de alto y de 2 m a 10 m de ancho. En pendientes muy bajas; se encontró al NW del área en contacto de tipo discordante con la Unidad de Pómez.

La meteorización del mármol es de grado I en la parte norte del área, pero a medida que se avanzó al NE un poco fuera del área dicha meteorización se incrementó hasta grado II.

Las mejores exposiciones se exhibieron en los alrededores de la aldea San Clemente y El Zapote, al N del área, donde se presentan canteras artesanales de este mismo.

Dicha unidad se extiende en dirección NE-SW, inclusive se observaron varios afloramientos fuera del área donde extraen dicho material. En la fotografía 11 se observan los cerros de mármol en los alrededores de la aldea San Clemente.

FOTOGRAFÍA 11 CERROS DE MÁRMOL EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

A nivel macroscópico, la roca se mostró cristalina, mientras que en afloramiento es de color blanco por la calcita que ocupó el 50 % de la roca; con tonalidades grises debido a concentraciones de sílice (20 %), con cierto contenido de mica moscovita (15 %).

También presentó aglomeraciones de una mica de coloración verde olivo que probablemente sea una mica de litio (1 %) al igual que bandas de cloritoide posiblemente con una coloración negra a verdosa (15 %).

En las canteras artesanales de esta unidad se logró observar la disposición de hasta dos familias de diaclasas que se intersectan entre sí, en dirección aproximada N140° y N310° hacía el N y S respectivamente para cada familia. Cabe mencionar que su foliación mantuvo un rumbo aproximado de N325° y un buzamiento de 15-20° hacía el NW.

Entre los cortes producidos por la explotación del mismo en las canteras y entre las diaclasas del mármol fue posible encontrar; caliche, con clastos angulosos de mármol y con una granulometría gruesa, de coloración beige a rojizo. (fotografía 12).

FOTOGRAFÍA 12
IZQUIERDA: AFLORAMIENTO DE MÁRMOL- UTM: 802537;
1654845. DERECHA: MÁRMOL CON SÍLICE- UTM: E 802514; N
1656309



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Con coordenadas UTM E 0802490; N 1655995 se recolectó una muestra para realizar un análisis petrográfico y conocer la mineralogía que presentó el mármol, la cual estuvo constituida de minerales tales como micas, cuarzo, calcita y dolomita.

En la fotografía 13 se exhibe de mejor manera la mineralogía característica que presentó la sección J009. Las Ms presentes se encontraron alineadas, esto probablemente por la foliación las cuales constituían el 5% de la sección, también se observan incrustadas en cristales de calcita (Cal) 70 % y Qz 10 %; la calcita se encuentra con su clivaje bien marcado, mientras que la dolomita (Dol) 15 % se muestra poligonal.

FOTOGRAFÍA 13 **MUESTRA J009 – SECCIÓN DELGADA DE UNIDAD DE MÁRMOL** **(MRM)**



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.1.4 Unidad de Serpentinita (Usp)

Esta unidad aflora en la parte SW donde se desarrolló hacia esta misma dirección y en la región SE ocupa 1,5 Km² de extensión. La cual cabalga a la Unidad de Esquisto Clorítico.

Dicha unidad de roca presentó una meteorización predominante de grado III, con una cloración verde a rojizo, bastante fracturada con espaciamiento entre sus diaclasas varía entre 5 cm a 20 cm lo cual provocó, que la roca se presentara en forma de lascas extraíbles fácilmente (fotografía 14), con orientación que varía aproximadamente de N009° a N060° hacia el E.

FOTOGRAFÍA 14
AFLORAMIENTO DE SERPENTINITA- UTM: E 804858; N 1654138



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

A inmediaciones del camino vecinal que conduce a la aldea Los Tablones, se encontró un afloramiento de serpentinita, el cual se encuentra altamente fallado, con alto contenido de talco visible en la superficie de la roca. (fotografía 15).

FOTOGRAFÍA 15
AFLORAMIENTO DE SERPENTINITA ALTAMENTE
FRACTURADA- UTM; E 804934; N 1654678



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

A nivel macroscópico su granulometría es muy fina de distintas tonalidades de verde, su coloración es beige que probablemente sea producto del intemperismo. Se observó en algunas partes, contenido de

talco que constituyó el 30 % de la roca (sedoso al tacto) probablemente producto de la alteración que presentó la serpentinita.

Con coordenadas UTM E 0804596 N 1654419 se recolectó una muestra para realizar el análisis microscópico de la misma y observar su composición mineralógica; el cual presentó una textura microcristalina constituida porcentualmente por serpentina (Sp) 60 %, Talco (Tl) 25 %, Óxidos 10 % y Opacos (Op) 5 %.

En la fotografía 16, se exponen algunos cristales de Tl y Sp, también se evidencia la presencia de ligeras tendencias de microplegamientos sin poder alcanzar a determinar un sentido para estos.

FOTOGRAFÍA 16
MUESTRA P003- VISTA MICROSCÓPICA DE SECCIÓN
DELGADA DE SERPENTINITA
IZQUIERDA: MINERALOGÍA VISTA (XPL), TALCO, SERPENTINA,
OPACOS.
DERECHA: EVIDENCIA DE MICROPLEGAMIENTOS. (PPL)



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.1.5 Unidad de Pómez (Upz)

Esta unidad se ubica únicamente al NE, la cual ocupa el 0,4 Km² del área, ocupa generalmente la topografía creada por las Unidades de Esquisto Clorítico y de Mármol; en contacto discordante en relación a estas mismas.

Las mejores exposiciones de esta unidad se encontraron en los alrededores de la aldea El Zapote, donde fue posible distinguir dos horizontes de la misma; uno de color rojizo el cual denota un cambio en la temperatura de formación del mismo; la cual sería aproximadamente 800°C a 900°C, conocido con el nombre de diamecton H el cual se encontró en la carretera que conduce a El Zapote. (fotografía 17).

FOTOGRAFÍA 17
AFLORAMIENTO DE PÓMEZ QUE DENOTA LOS DOS
HORIZONTES- UTM: E 802546; N 1655908



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

El otro horizonte mantuvo una coloración beige con ligeros tonos de café claro en donde se solían encontrar clastos introducidos dentro del mismo. A un costado del río San Clemente; se presentaron varios clastos imbricados de distintas litologías, subredondeados y poco esféricos; con una dirección preferencial hacia al SW lo cual indicó la dirección de corriente del río San Clemente (fotografía 18).

FOTOGRAFÍA 18
AFLORAMIENTO DE POMÉZ CON CLASTOS IMBRICADOS,
INDICAN LA DIRECCIÓN DE CORRIENTE– UTM: E 802845; N
1655861



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

A lo largo de la carretera que conduce a la finca Monte Cristo se presentan planos que denotan movimiento en dicha unidad, aunque no se pudieron observar tectóglifos por lo que se midieron únicamente los planos. También fue posible diferenciar planos de depositación de la misma. (fotografía 19).

FOTOGRAFÍA 19
AFLORAMIENTO DE PÓMEZ FALLADO- UTM: E 802569; N
1656082



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.1.6 Unidad de Coluvión (Ucol)

Se ubicaron dos pequeños coluviones; los cuales abarcaron 0,4 Km² del área, constituidos por bloques de serpentinita que ocupan el 40 % de dichos cuerpos.

Así mismo de bloques de anfibolita en menores cantidades 10 % y de mármol 25 % a los alrededores del camino vecinal que conduce a la aldea San Clemente y a los alrededores de la aldea Los Tablones con dimensiones variables que van desde 1 m hasta 3 m a 4 m los cuales se presentaron de manera angulosa lo cual indicó que no fueron transportados. (fotografía 20).

FOTOGRAFÍA 20 **UNIDAD DE COLUVIÓN DE MÁRMOL EN ALREDEDORES DE LA** **ALDEA SAN CLEMENTE -UTM: E 805788; N 1655623**



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

El coluvión observado en la aldea Los Tablones se encontró conformado por bloques de distintos tamaños que van desde 2 m hasta 4 m de serpentinita altamente meteorizada, proveniente de la parte alta de los cerros ubicados al NW de dicha aldea.

En los alrededores de la ruta que conduce a la aldea San Clemente, los cuerpos de coluvión se mostraron conformados por bloques de anfibolita de distintas dimensiones (1 m a 3 m) sumamente angulosos con una dirección SW. (fotografía 21).

FOTOGRAFÍA 21

COLUVIÓN DE ANFIBOLITA EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.1.7 Unidad de Aluvión (Ual)

Esta unidad se extendió por los principales ríos del área, ocupa 0,3 Km², de distinto material; se han marcado dos principales los cuales se ubican en el río Morazán y en el Ríachuelo San Clemente. Ambos mantuvieron una dirección en su corriente hacia el sur.

Dichos aluviones se encontraron constituidos principalmente de esquistos cloríticos (60 %), en menores cantidades se pueden apreciar bloques de anfibolita (15 %), de mármol (15 %) y en cantidades significativas se exhiben bloques de serpentinita (10 %) con un carácter anguloso. Estos bloques fueron concentrados principalmente en los meandros del río Morazán. (fotografía 22).

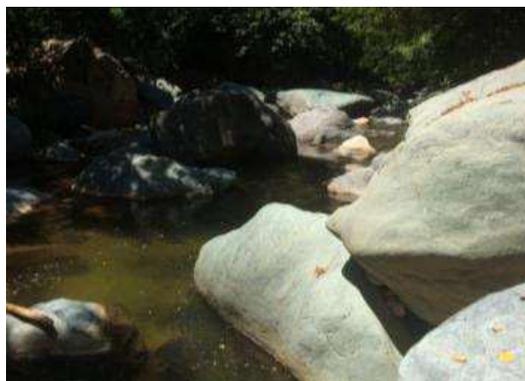
FOTOGRAFÍA 22
UNIDAD DE ALUVIÓN EN RIACHUELO SAN CLEMENTE,
FLECHA QUE INDICA EL SENTIDO DE LA CORRIENTE-UTM: E
803422; N 1656120



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Por otra parte, los bloques en dicha unidad que se encuentran sobre el cauce del río Morazán permanecen redondeados y algunas veces esféricos, con diversas dimensiones de hasta 2 metros de alto, bastante subredondeados y esféricos de anfibolita principalmente. (fotografía 23).

FOTOGRAFÍA 23
UNIDAD DE ALUVIÓN EN RÍO MORAZÁN- UTM: E 803461; N
1654563



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.1.8 Secuencia estratigráfica local

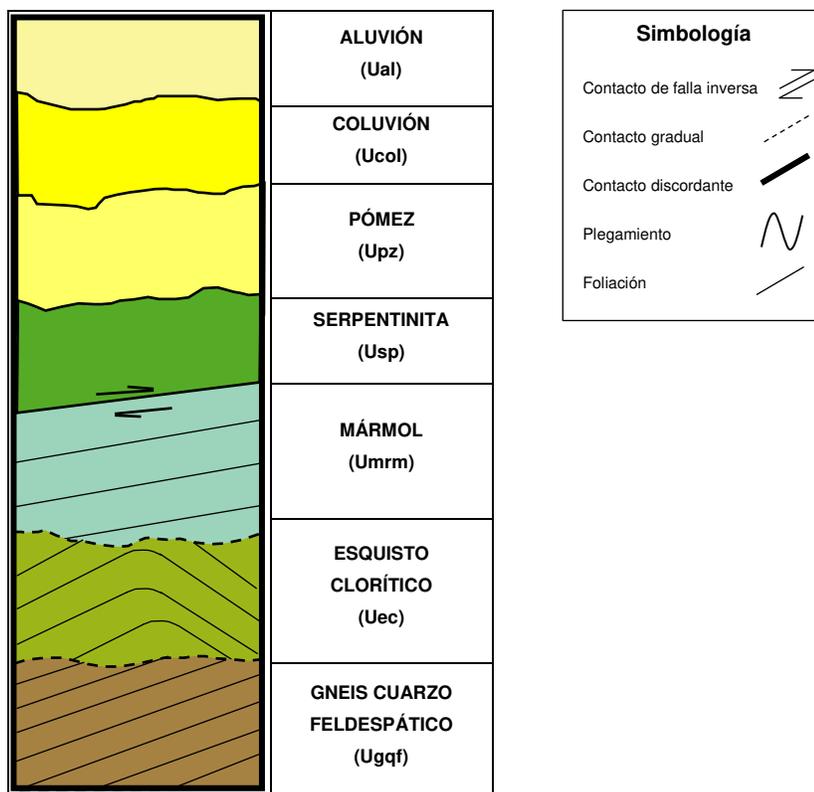
Según el comportamiento que presentaron las unidades anteriormente descritas, se generó una secuencia estratigráfica

local, la cual exhibió de mejor manera la disposición y relación entre cada litología.

De manera que en orden de la más antigua a la más reciente se encontró en la base de la secuencia la Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático en contacto gradual con la Unidad de Esquisto Clorítico la cual a su vez se presentó en contacto del mismo tipo en relación a la Unidad de Mármol.

Las unidades anteriormente mencionadas fueron cabalgadas por la Unidad de Serpentinita. Las unidades que ocupan el tope de la secuencia son; la Unidad de Pómez, Unidad de Coluvión y Unidad de Aluvión se encuentran en contacto discordante con respecto a las unidades infrayacentes (figura 5).

FIGURA 5 SECUENCIA LITOSTRATIGRAFICA LOCAL



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2 Geología estructural

En éste apartado se representan todos los datos estructurales recolectados en el campo. Los cuales se muestran en estereogramas, así como también en diagramas de rosas.

Dentro de la geología del área se observaron estructuras de dominio frágil como de dominio dúctil, entre algunas de ellas se encuentran: foliación, crenulaciones, pliegues, fallas, fracturas, boudines y grietas de tensión. Para poder presentar un mejor se usó de apoyo en recopilaciones bibliográficas, con las cuales se hizo una mejor interpretación de estas.

Los estereogramas realizados y analizados, se derivaron de la información que se tomó en campo, en una base de datos procesada a través de una herramienta computacional (Stereo 32) que permitió su visualización e interpretación.

4.2.1 Foliación (S_1)

La foliación se desplegó en las Unidades de Esquisto Clorítico, Mármol, Gneis Cuarzo Feldespático y las Subunidades de Anfibolita y Mármol con intercalaciones de Sílice.

La foliación se forma cuando los minerales adquieren una orientación preferencial con una disposición en láminas tal y como se observa en la fotografía 24; dicho rasgo fue más notorio en la parte este y oeste del área.

FOTOGRAFÍA 24
FOLIACIÓN (S₁) EN LA SUBUNIDAD DE ANFIBOLITA- UTM: E
802001; N 1654412

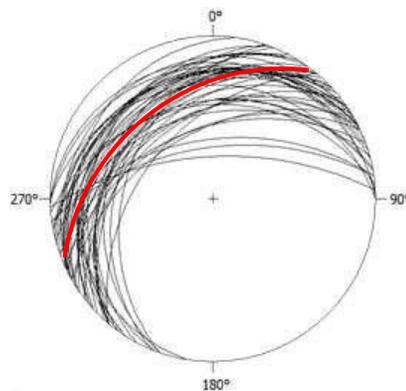


Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

La foliación mantuvo una dirección preferencial con un rumbo aproximado de N335° con un buzamiento de 30° hacia el NW en todas las unidades antes mencionadas.

Por lo cual se presenta un estereograma donde se logra observar el rumbo preferencial descrito anteriormente que se mantiene en dirección N343° aproximadamente con un buzamiento de 30° hacia el NW (figura 6).

FIGURA 6
ESTEREOGRAMA QUE REPRESENTA LA DISPOSICIÓN DE LA
FOLIACIÓN (S₁) EN LAS UNIDADES

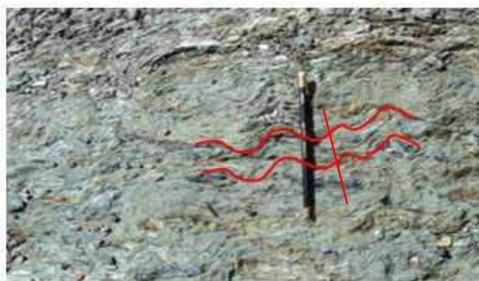


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2.2 Foliación (S_2)

Este tipo de foliación afectó de manera directa únicamente a la Unidad de Esquisto Clorítico y la Subunidad de Anfibolita, se establece como el plano que se generó por un microplegamiento como se puede observar en la fotografía 25.

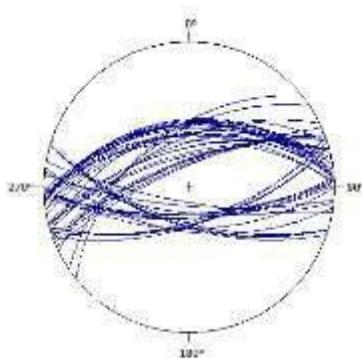
FOTOGRAFÍA 25 PLANO DE CRENULACIÓN GENERADO EN LA SUBUNIDAD DE ANFIBOLITA EN LA ALDEA LOS TABLONES- UTM: E 803127; N 1655648



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

A continuación, se muestran todos los datos de los planos axiales de estas estructuras representados estereográficamente, se logró apreciar dos familias evidentemente marcadas las cuales buzcan hacia el norte y sur respectivamente. (figura 7).

FIGURA 7 ESTEREOGRAMA QUE PROYECTA LOS PLANOS AXIALES DE CRENULACIONES (S_2)



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2.3 Pliegues

a. Pliegues principales

Los pliegues son estructuras geológicas resultantes de la deformación de la roca generada por esfuerzos compresionales. Fueron medidas en la Unidad de Esquisto Clorítico y en las Subunidades de Anfibolita y de Mármol con intercalaciones de Sílice. (fotografía 26).

FOTOGRAFÍA 26
PLIEGUE DE TIPO ANTIFORME EN LA SUBUNIDAD DE
MÁRMOL CON INTERCALACIONES DE SÍLICE- UTM: E 803317;
N 1654924

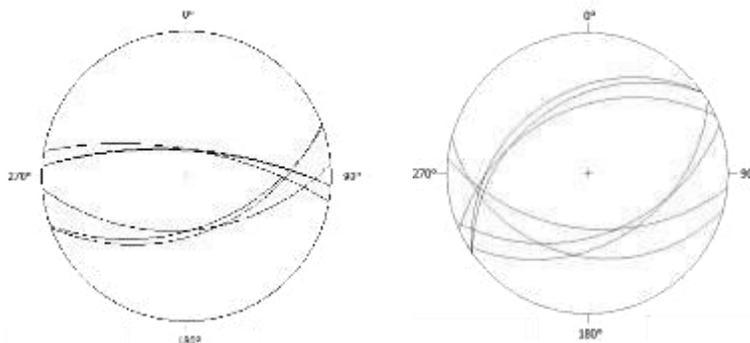


Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

En el área se encontraron distintos pliegues de tipo antiformal y tumbados cabe mencionar que los plegamientos tumbados son de mayor abundancia.

A continuación, se muestran estereogramas de los planos axiales de ambas estructuras, mismas presentan un buzamiento hacia el norte y sur respectivamente con variaciones hacia el este y oeste para el caso de los tumbados. (figura 8).

FIGURA 8
ESTEREOGRAMA DE PLANOS AXIALES PLIEGUES
ANTIFORMES (IZQUIERDA), TUMBADOS (DERECHA)



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

Como se puede observar en contraste los planos axiales de crenulación mantienen un rumbo y buzamiento muy parecido al de los planos axiales de los pliegues, esto sugiere la presencia de pliegues mayores en las unidades que se encontraron afectadas por la foliación S_1 .

4.2.4 Boudines

Las estructuras aboudinadas son lentes de cuarzo que tienen una prolongación longitudinal y la cual es paralela a los ejes de pliegue de la roca, dichas estructuras fueron generadas a partir de esfuerzos de distensión.

Los boudines observados en el área de estudio, se encuentran únicamente en la Subunidad de Anfibolita mayoritariamente en la región NE del área de estudio, ubicadas en las proximidades de la finca El Paval, como se observa en la fotografía 27 indicados con contornos de color rojo.

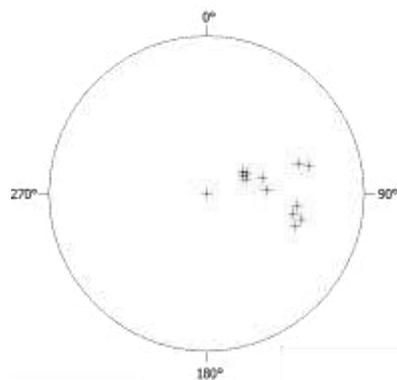
FOTOGRAFÍA 27
BOUDINES EN LA SUBUNIDAD DE ANFIBOLITA- UTM: E 802214;
N 1655786



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Para poder observar la disposición espacial de estas estructuras se realizó un estereograma de contornos de los mismos (figura 9) en el cual se logra observar una concentración ubicada hacia el este con bajos buzamientos.

FIGURA 9
ESTEREOGRAMA QUE MUESTRA LOS EJES DE BOUDINES



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2.5 Lineaciones

En el campo se midieron estructuras lineales que están definidas por la orientación preferencial penetrativa como ejes de crenulación, contenidos en rasgos planares deformados, los cuales indican la intersección de dos planos que forman un microplegamiento en las rocas.

Estas estructuras fueron observadas en la Unidad de Esquisto Clorítico y se presentaron de manera abundante en la Subunidad de Anfibolita mayoritariamente.

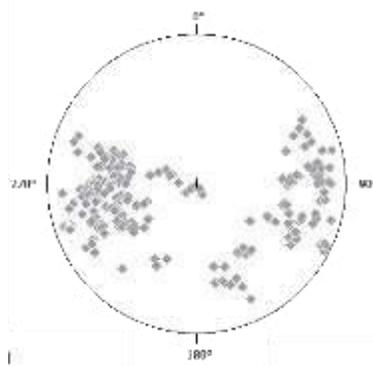
a. Lineación de crenulación S_2

Este rasgo estructural afectó de manera directa a la Unidad de Esquisto Clorítico y a la Subunidad de Anfibolita, se resalta que en la Subunidad de Anfibolita la crenulación no se mostró tan marcada como en la Unidad de Esquisto Clorítico.

A continuación, se observa un estereograma donde se representan todas las lineaciones de crenulación las cuales fueron ploteadas sin diferenciar en comportamiento de unidades puesto que todas se encontraron dispuestas en un mismo rumbo.

Se pueden observar dos concentraciones de ejes ubicadas al este y oeste del estereograma respectivamente (figura 10).

FIGURA 10
ESTEREOGRAMA QUE REPRESENTA LAS
CONCENTRACIONES DE EJES DE CRENULACIÓN S_2



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2.6 Diaclasas

Las diaclasas son estructuras que pertenecen a un dominio frágil, las cuales se presentan mayoritariamente en las Unidades de Serpentinita y Mármol, también fue posible apreciar dichos planos de fractura en la Subunidad de Anfibolita donde era más evidente ya que las diaclasas cortaban de manera perpendicular la foliación como se observa en la fotografía 28.

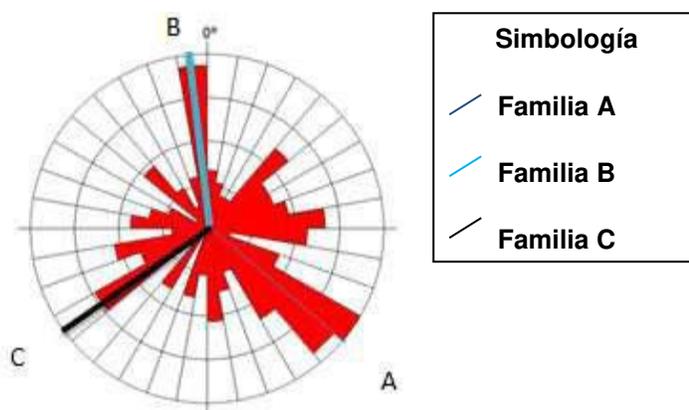
FOTOGRAFÍA 28
DIACLASAS EN SUBUNIDAD DE ANFIBOLITA EN LA ALDEA
LOS TABLONES



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

En la roseta (figura 11) fue generada a partir de los rumbos de planos de diaclasas, se observa la presencia de 3 familias bien marcadas; la primera (A) con una dirección N115°, mientras que la segunda familia (B) tiene una dirección N355° y la tercera (C) N235°. Las cuales se evidencian en la roseta, en la cual se plotearon 145 datos de diaclasas medidas en la etapa de campo.

FIGURA 11
ROSETA QUE REPRESENTA LOS DISTINTOS PATRONES DE FRACTURAMIENTO



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2.7 Fallas

Las fallas son estructuras geológicas que se originan por la presencia de esfuerzos de compresión, distensión y transformantes, que generan movimiento de dos cuerpos de roca entre sí, se reconocieron en función de esto desplazamientos de carácter inverso, normal o de rumbo.

Las fallas se encontraron en las Unidades de Esquisto Clorítico, Mármol y Serpentinita predominantemente, asimismo se presentaron en la Subunidad de Anfibolita en menor cantidad. Dichas estructuras fueron evidenciadas de mejor manera por la presencia de tectóglifos (gradas) y estrías.

En base a esto se identificó el tipo de falla y por consiguiente el desplazamiento que estas generaron en dirección SW como se puede observar en la fotografía 29.

FOTOGRAFÍA 29
EVIDENCIA DE ESTRÍAS- UTM: E 803048; N 1656230



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

En el cuadro no. 2 se podrán encontrar los datos de las fallas tanto como buzamiento, dirección, pitch y sentido de cada una de estas estructuras.

CUADRO 2

RUMBO, BUZAMIENTO DE CADA FALLA PLOTEADA

TIPO	RUMBO (N)	BUZAMIENTO°	PITCH°	SENTIDO
Normal 1 ^a . Fam.	079	23	29	NW
Normal 1 ^a . Fam.	063	29	82	NW
Normal 1 ^a . Fam.	079	35	40	NE
Normal 1 ^a . Fam.	055	12	42	SW
Normal 1 ^a . Fam.	082	57	64	SW
Normal 2 ^a . Fam.	345	47	58	NW
Normal 2 ^a . Fam.	360	68	60	NW
Normal 2 ^a . Fam.	360	64	53	NE
Inversa 1 ^a . Fam.	050	47	80	SW
Inversa 1 ^a . Fam.	040	56	69	SE
Inversa 2 ^a . Fam.	324	44	50	SW
Inversa 2 ^a . Fam.	324	62	28	SW
Inversa 2 ^a . Fam.	335	44	58	SW
Dextral Normal	325	63	73	SW
Dextral Normal	310	78	11	SE
Sinestral Inversa	003	77	84	SE
Sinestral Inversa	356	49	18	SW

Fuente: Investigación de campo, 2 015.

a. Fallas normales

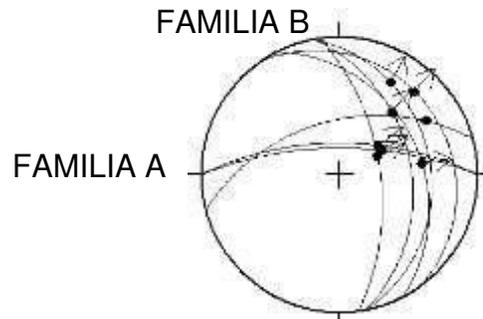
Las fallas normales fueron generadas a través de esfuerzos de distensión, estas estructuras fueron encontradas en la Unidad de Serpentinita y en la Subunidad de Anfibolita.

En el estereograma se representa la dirección de los planos de las fallas normales, junto con sus estrías; en donde se observan dos disposiciones diferentes entre dichos planos, la dirección de sus estrías se encuentra hacia el NE.

Los planos de fallas normales tienen un rumbo de plano que varía entre N063° y N082° (A) también se observa otra

dirección en los planos que se mantiene entre N340° y N360 (B).
(figura 12)

FIGURA 12 ESTEREOGRAMA DE PLANOS DE FALLAS NORMALES Y SUS ESTRÍAS



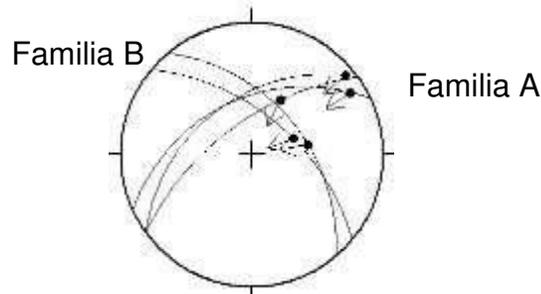
Fuente: Investigación de campo, 2 015.

b. Fallas inversas

Las fallas inversas fueron generadas a través de esfuerzos de compresión que afectan a dos cuerpos de roca, estas estructuras al igual que las fallas normales se observaron predominantemente en la Unidad de Serpentinita.

En la figura 13 se muestra el estereograma de los planos de estas fallas junto con sus estrías, que mostró dos disposiciones completamente distintas en sus planos, con sentidos en sus estrías hacía el SSW. El rumbo de los planos para la primera familia (A) fue entre N040° y N050°; por otra parte, fueron visibles rumbos de planos en dirección N324° y N335° (B).

FIGURA 13 ESTEREOGRAMA DE PLANOS DE FALLAS INVERSAS Y SUS ESTRÍAS



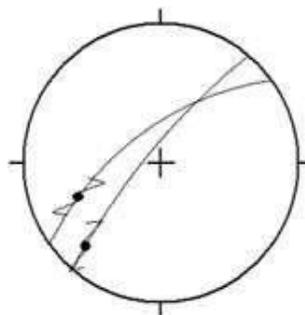
Fuente: Investigación de campo, 2 015.

c. Fallas dextrales normales

Las fallas de rumbo o transformantes son aquellas donde existe un movimiento lateral entre dos cuerpos de roca, en dicho movimiento los planos de falla son verticales y la dirección se genera de manera horizontal.

Este tipo de fallas (dextrales normales) fueron caracterizadas por un movimiento lateral hacia la derecha, se generó un estereograma para poder observar sus planos y la interacción que tienen con sus estrías. (figura 14)

FIGURA 14 ESTEREOGRAMA DE PLANOS DE FALLAS DEXTRALES Y SUS ESTRÍAS

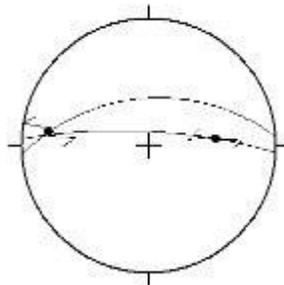


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

d. Fallas sinextrales inversas

Este tipo de fallas fueron caracterizadas a diferencia de las dextrales por su movimiento lateral hacia la izquierda, al igual que en las demás fallas se generó un estereograma para poder observar los planos de las fallas junto con sus estrías. (figura 15).

FIGURA 15 ESTEREOGRAMA DE PROYECCIÓN DE LOS PLANOS DE FALLAS SINEXTRALES INVERSAS



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.2.8 Grietas de tensión

Las grietas de tensión son estructuras planares cuyo rumbo indica el esfuerzo principal que las ha formado, de este hecho se establece que la estructura es paralela a dicho esfuerzo.

Esta estructura se pudo observar mayoritariamente en la Subunidad de Anfibolita donde se encuentran rellenas de cuarzo, presentan espesores desde mm hasta 10 cm (fotografía 30).

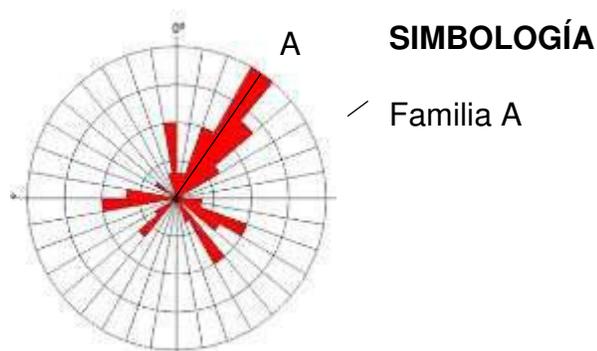
FOTOGRAFÍA 30
GRIETAS DE TENSION EN LA SUBUNIDAD DE ANFIBOLITA-
UTM: E 802012; N 1654234



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

Fue realizada una representación de roseta con base a los 27 planos de las grietas de tensión medidos en campo, con el fin de visualizar la orientación preferencial de dichos rumbos, de manera que se diferenció una orientación preferencial con dirección; N035°. (figura 16).

FIGURA 16
DIAGRAMA DE ROSAS DE LOS PLANOS DE LAS GRIETAS DE
TENSION



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

4.3 Geomorfología local

La geomorfología del área está constituida de cerros, montañas y planicies principalmente ubicadas al N de la zona de estudio, donde se pueden observar los asentamientos y caseríos; finca El Paval, aldea San Clemente y Los Tablones en las partes donde la pendiente se hace más suave.

Por lo que cabe resaltar también que la parte más baja del área se encuentra a 500 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la parte más alta se encuentra al NE del área con una altura de 900 msnm para ver el cambio que se tiene en el relieve.

Las unidades geomorfológicas presentes en el área fueron clasificadas de acuerdo al agente geodinámico y factores externos que facilitaron su origen, de manera que se identificaron las siguientes unidades geomorfológicas: a) de Origen Denudacional, b) de Origen Agradacional c) de Origen Antrópico-Denudacional. Estas unidades fueron representadas en el Mapa Geomorfológico (anexo 4).

4.3.1 Unidad de Origen Denudacional

Dicha unidad se conformó de las Subunidades de Colinada Denudacional, Depresión Denudacional y surcos y cárcavas las cuales se describieron de la siguiente manera:

a. Subunidad de Colinada denudacional (Cd)

Esta subunidad se desarrolló en las partes más altas del área dominada por procesos erosivos. Fue presentada en forma de colinas muy simétricas, con diferentes geoformas diferenciables como; cimas y crestas en las partes altas de las montañas.

Se encuentra ubicada cerca de la aldea Los Tablones y la finca El Paval. Mostró una extensión de elongación con dirección NE-SW.

La vegetación en esta subunidad se observó de manera abundante y dominada por arbustos de espinales y algunos sembradillos en sus lomas; con un área de 1,5 Km². En la fotografía 31 se trazó un polígono de color rojo donde se marcó dicha subunidad.

FOTOGRAFÍA 31

SUBUNIDAD DE COLINADA DENUDACIONAL (Cd), EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA EL PAVAL



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

b. Subunidad de Depresión Denudacional (Dd)

Esta subunidad abarca la mayor parte del área, se logró diferenciar de las demás por las geoformas que presentó tales como; surcos y laderas erosionables, las cuales fueron localizadas en los alrededores de las aldeas San Clemente, El Zapote y Los Tablones.

Los valles presentan una topografía cóncava hacia abajo, esto originado por la acción de erosión hídrica por las corrientes permanentes de los ríos Morazán y San Clemente.

La vegetación se vuelve abundante debido a la altura en la que se encuentra dicha subunidad lo cual causó una mayor meteorización en las unidades litológicas, (fotografía 32); donde se trazó con un polígono rojo.

FOTOGRAFÍA 32

SUBUNIDAD DE DEPRESIÓN DENUDACIONAL (Dd), EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

c. Surcos y cárcavas

La erosión que predomina en el área fue originada por la actividad hídrica, debido a que el área de estudio se encuentra ubicada en las partes altas del municipio, el clima es más húmedo lo cual originó una vegetación abundante en relación al resto del municipio.

El flujo que tiene el agua originada por el clima ha creado surcos y cárcavas en distintos puntos del área, las distintas litologías fueron erosionadas hasta formar estas estructuras, que predominaron en la Unidad de Pómez.

La profundidad de estos surcos es considerablemente mayor por la que se consideraron como cárcavas. La profundidad

de los surcos tiene un rango entre 5 cm y 15 cm mientras que en las cárcavas la profundidad es de 40 cm y 1 m. (fotografía 33).

FOTOGRAFÍA 33

SURCOS Y CARCAVAS EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE.



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.3.2 Unidad de Origen Agradacional

a. Subunidad de Llanura Aluvial (Lla)

Fue encontrada en las partes más bajas, topográficamente en las superficies llanas, estrechas y muy limitadas, donde la pendiente es baja, de manera general en los márgenes del río Morazán y el riachuelo San Clemente, con un área de 1,5 Km².

Dicha unidad posee dimensiones considerables puesto que los ríos existentes propiciaron la formación de las planicies de inundación. Se pueden observar con facilidad a inmediaciones de la ruta que conduce a la aldea San Clemente (fotografía 34).

FOTOGRAFÍA 34
SUBUNIDAD DE LLANURA ALUVIAL (Lla), IZQUIERDA:
LLANURA DE INUNDACIÓN (Lli) EN LA ALDEA SAN CLEMENTE.
DERECHA: MEANDRO DEL RÍACHUELO SAN CLEMENTE.



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

La vegetación se constituyó únicamente por arbustos debido a la elevación menor en relación al resto del área, la presencia de coníferas se reduce en gran cantidad.

b. Subunidad de Laderas de Acumulación (La)

Delimitada en los alrededores del riachuelo San clemente, y en las partes bajas del río Morazán. Se extiende en dirección N-S aproximadamente; presenta una pendiente moderada, con relieves relativamente bajos entre 580 msnm a 680 msnm en relación a las curvas de nivel.

En la región N del área las pendientes se hacen mucho más suaves que en la parte sur del área en donde el terreno se vuelve más accidentado en medida que se avanza. Abarca un área de 1,5 Km².

Debido a estos cambios de pendientes se crean las laderas de acumulación donde se depositan bloques angulosos; puesto que presentan poco transporte, de diferente composición principalmente serpentinita y de esquisto clorítico con tamaños que varían de 3m hasta centímetros.

La vegetación está conformada por arbustos y espinales comienzan a aparecer en mayor proporción los bosques de coníferas. (fotografía 35).

FOTOGRAFÍA 35

SUBUNIDAD DE LADERAS DE ACUMULACIÓN (La), EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA EL PAVAL



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.3.3 Unidad de Origen Antrópico-Denudacional

Dicha unidad geomorfológica se desarrolla de mejor manera en la región noroeste del área, donde se encontró la mayor cantidad de canteras artesanales de mármol, con un relieve bastante moderado con alturas variadas.

También se encontró una cantera de pómez en la parte oeste del área, cabe resaltar que en la parte este del área se encuentra una cantera de mármol, ambas de carácter artesanal (fotografía 36).

FOTOGRAFÍA 36
CANTERA ARTESANAL DE MÁRMOL- UTM: E 802246; N
1655928



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

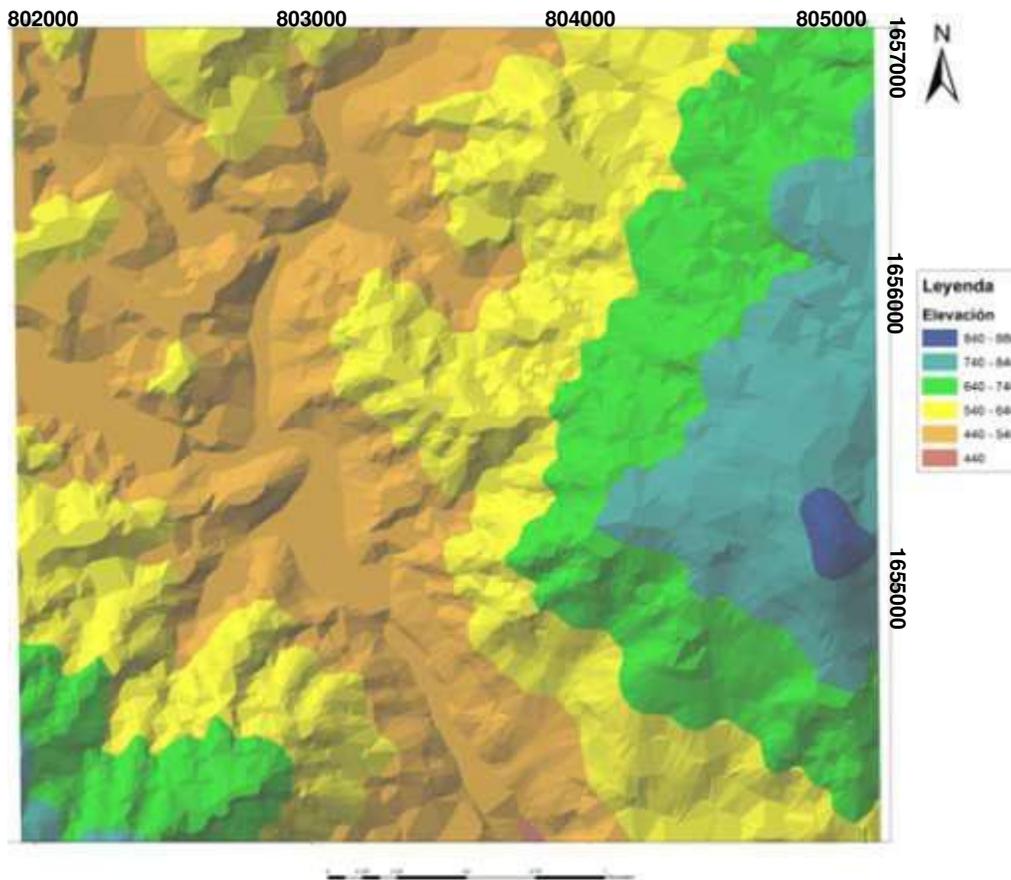
4.3.4 Morfometría

Independientemente de la altura en relación al nivel del mar o la altura absoluta, el relieve presenta la diferencia en altitud de la geoforma.

La cota más baja del área se encuentra en los 440 msnm, y la cota más alta se encuentra en 880 msnm. En la figura 17 se muestra la diferencia de alturas, de manera que se catalogó el relieve presente en la zona de moderado a alto de carácter irregular.

De manera que se clasificaron según los cambios en la altura con respecto al nivel del mar las laderas en pendiente suave, moderada y alta, modificadas por escarpes agudos y escarpes suaves situados en la región central del área.

FIGURA 17
MAPA DE ELEVACIÓN DIGITAL



Fuente: Elaborado mediante GIS, modificado de la hoja topográfica El Progreso. 2 015.

Dicha característica ayudó a poder delimitar de mejor manera las unidades geomorfológicas y su disposición espacial.

4.3.5 Morfodinámico

a. Meteorización

La meteorización que afectó a las unidades litológicas del área probablemente sea de tipo física debido a la abundante vegetación, a la precipitación y tectonismo; factores que hacen que las partículas de roca fueran afectadas y se desintegraran.

Las dos Unidades que presentaron mayor grado de meteorización son la Serpentina, de Esquistos Cloríticos y la

Subunidad de Anfibolita con grados (III, IV y V). Por otra parte, la roca que no ha sufrido meteorización es el mármol.

La Subunidad de Anfibolita en los alrededores de la carretera hacia San Clemente es la que mostró mayor grado de meteorización (grado IV) como se puede observar en la fotografía 37 donde se empieza a formar suelo.

FOTOGRAFÍA 37 METEORIZACIÓN FÍSICA DE GRADO IV EN ANFIBOLITA EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA EL PAVAL



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

4.3.6 Movimientos de ladera

a. Deslizamiento traslacional

Fue observado en partes donde la roca comienza a convertirse en suelo, debido a la meteorización que afecta a la Unidad de Esquistos fue por la acción del agua, esto produce que la masa pase de tener un movimiento lento a un movimiento brusco sobre una zona de ruptura de forma plana u ondulada.

Al norte del área fue ubicado un pequeño movimiento de flujo de dimensiones 2 m de ancho por 4 m de alto a los alrededores de la aldea El Zapote. Generado en la Unidad de

Esquisto Clorítico, por su alto grado de meteorización. (fotografía 38).

FOTOGRAFÍA 38
DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL- UTM: E 802585; N 1655687



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

También fue posible observar otro en la carretera que conduce a la aldea El Zapote; también de carácter traslacional en la Unidad de Esquisto Clorítico, se puede observar en la fotografía 39 la corona de deslizamiento el cual tenía unas dimensiones de 2 m de largo.

FOTOGRAFÍA 39
DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL- UTM: E 802581; N 1655656



Tomada por: José Paulo Barahona Valdés. 2 015.

CAPÍTULO V ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se hizo el análisis y discusión de los resultados obtenidos en los apartados tanto litológicos, como estructurales y geomorfológicos.

5.1 Interpretación de las zonas metamórficas y unidades asociadas

En el área de estudio se lograron observar y diferenciar siete unidades, las cuales de manera informal se nombraron: Gneis Cuarzo Feldespático (Ugqf), Esquisto Clorítico (Uec) con dos Subunidades; de Anfibolita y de Mármol con intercalaciones de Sílice, Mármol (umrm), Serpentinita (Usp), Pómez (Upz), Coluvión (Ucol), Aluvión (Ual).

De las unidades anteriormente listadas fueron tomadas únicamente en cuenta según el problema planteado; el gneis cuarzo feldespático, el esquisto clorítico y la Subunidad de Anfibolita para la delimitación y asociación a una zona metamórfica por presentar dos aspectos principales;

- 1) Primordialmente por rasgos mineralógicos que responden a una zona característica descrita por Barrow.
- 2) Y por tener un origen sedimentario.

Estas unidades fueron las únicas que respondían con dichas características.

La Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático presentó características mineralógicas observadas de manera microscópica constituidas por; cuarzo 75 %, feldespato 15 % (plagioclasas de tipo Andesina y Labradorita), moscovitas 3 %, granates 2 %, como bien se pudo observar en la sección P004 (véase capítulo 4).

Dada esta agrupación mineralógica y según la propuesta por Barrow para una zona metamórfica de granate se cree que probablemente dicha unidad pueda estar asociada a esta zona, aunque la composición mineralógica de la unidad no cumpla en su totalidad con la proposición de Barrow, pese a esto conto con la mayoría de dichos minerales.

Seguidamente la Unidad de Esquisto Clorítico presento características mineralógicas conformadas por: clorita 65 %, granates cloritizados 3 %, lo cual probablemente pueda indicar una retrogradación en el metamorfismo que los formó, anfíboles 7 %, también se forma de moscovitas 10 %, feldspatos de tipo albita 5 % y cuarzos 15 %, evidenciados en las secciones J014, J034, P021.

Ante la presencia de estos minerales anteriormente mencionados, se asoció de manera directa a la zona de granate, puesto que cumple en su totalidad con la composición mineralógica propuesta por Barrow para dicha zona, no obstante, se justifica la ausencia de biotita por la existencia de cloritoide puesto que probablemente este se forma en rocas péliticas ricas en aluminio donde la biotita deja de formarse.

Mc. Manuel Reyes Cortes menciona que para las pelitas ricas en aluminio; no desarrollan biotita a temperaturas medias sino mucho más tarde. En cambio, desarrollan cloritoide. Otra posible explicación a la ausencia de biotita puede deberse al hecho que cuando esta se hidrata se cloritiza por completo, forma así cristales de clorita.¹⁵

Fue atribuida dicha unidad a otra zona metamórfica la cual probablemente podría ser la zona de clorita propuesta por Barrow, puesto que la unidad presentó una variación mineralógica en la cual no se encontró el granate, únicamente se puede encontrar, clorita 70 %, cuarzo

¹⁵ Manuel Reyes, *Petrografía y Petrología de rocas metamórficas*, 2 003.

15 %, moscovita 3 %, y los feldespatos de tipo albita 12 % (Andesina y Labradorita) evidenciados en las secciones; P001 y P001'.

Dicha unidad posee intercalaciones con anfibolita por toda el área, y en menor cantidad con un mármol rico en sílice los cuales se han catalogado como dos subunidades de la Unidad de Esquisto Clorítico.

La Subunidad de Anfibolita mostró características mineralógicas anfibolita se forman de la siguiente manera; anfíboles 55 % constituidos por actinolita, tremolita y hornblenda; cuarzo 20 %, feldespatos de tipo albita 5 % (Andesinas en su mayoría y muy pocas Labradoritas) y granates 15 %, también se podían observar moscovitas 3 %, y cloritoides 2%, evidenciados en las secciones P021, J034 y P007.

Observadas estas variaciones mineralógicas se procedió a asociar dicha subunidad a la zona de clorita, dada la agrupación mineralógica que se puede distinguir tanto en macro como microscópicamente en la sección P007, a lo largo de los cuadrantes NE y SE del área, constituida por; clorita 40 %, moscovita 15 %, cuarzo 15 % y fracciones pequeñas de Anfíboles 10 % acompañadas de los feldespatos de tipo albita anteriormente descritos 10 %.

Con base a la composición mineralógica que encierra esta subunidad en el cuadrante NW del área; constituida por anfíboles 55 %, granate 15 %, clorita 3 %, moscovita 1 %, cuarzo 20 % y feldespatos de tipo albita 5 % (Andesina y Labradorita) se asocia en esta sección del área a una zona metamórfica de granate que coincide con la proposición de Barrow para dicha zona.

La zona metamórfica de granate fue distribuida espacialmente en los cuadrantes NW y en pequeñas secciones poligonales al SW y NE las cuales fueron rodeadas totalmente por la zona de clorita. El área total que abarca esta zona es de 2,2 Km².

Por otra parte, la zona metamórfica de clorita delimitada en el área abarca la totalidad de la misma, se desarrolla una extensión de 3,7 Km² SW hacia el NW, ocupa por completo la parte media de las mismas.

5.2 Análisis e interpretación estructural

Debido a la presencia de varias unidades litológicas que muestran diversos comportamientos bajo esfuerzos ocasionados por la corteza terrestre, estas presentan una serie de estructuras de dominio frágil y dúctil, haciéndose presentes y más marcadas que dependen del comportamiento que cada unidad tenga.

Por lo que se realizó un análisis por dominios (dúctil y frágil) de manera que fueron separadas estructuras de cada dominio y así poder analizarlas.

Se generaron diagramas de rosas y estereogramas a partir de datos tomados de estructuras medidas en campo, el análisis a partir de estas estructuras ayuda a determinar los eventos que modificaron las rocas de la zona.

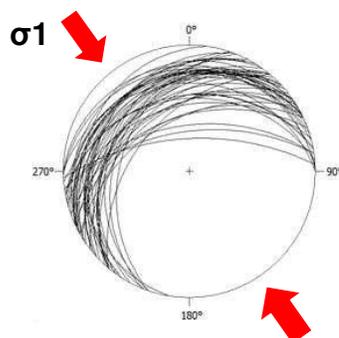
5.2.1 Análisis dominio dúctil

a. Foliación S₁

Se elaboró un estereograma de los planos de foliación para poder observar la disposición de los esfuerzos principales que actúan sobre esta estructura.

Como se puede observar en la figura 18 el esfuerzo compresivo (σ_1) que afectó directamente a esta estructura se mantiene en dirección NW-SE con rumbo aproximado N152° perpendicular a los planos, por lo tanto, σ_3 se encuentra aproximadamente en N062° con dirección NE-SW.

FIGURA 18
ESTEREOGRAMA DE FOLIACIONES S_1 (PLANOS)

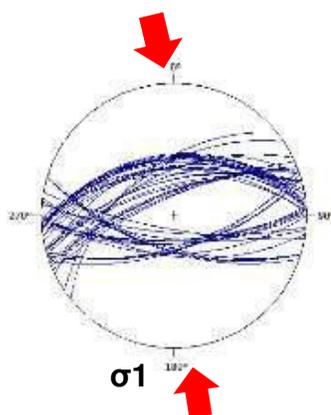


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

b. Foliación (S_2)

Los planos axiales de crenulación (S_2) mantienen una dirección E-W, con base al estereograma generado (figura 19), el esfuerzo compresivo sigma 1 que interactuó directamente con dichos planos mantiene una dirección NNW-SSE con rumbo aproximado $N356^\circ$, mientras que el esfuerzo distensivo sigma 3 se encontró paralelo a los planos con rumbo aproximado $N086^\circ$.

FIGURA 19
ESTEREOGRAMA DE PLANOS AXIALES DE CRECULACIÓN (S_2)

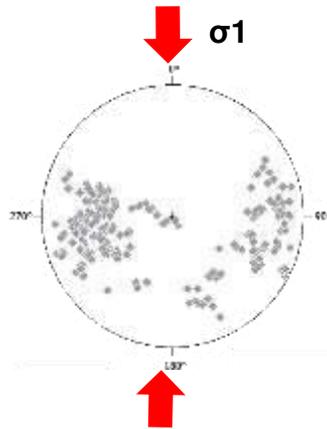


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

c. Ejes de crenulaciones

Se determinó con base al estereograma realizado para los ejes de crenulación (figura 20) que el esfuerzo distensivo sigma 3 se mantiene en dirección aproximada E-W por lo que el esfuerzo compresivo sigma 1 se encuentra perpendicular con dirección N-S.

FIGURA 20
ESTEREOGRAMA DE EJES DE CRENULACIONES (S₂)

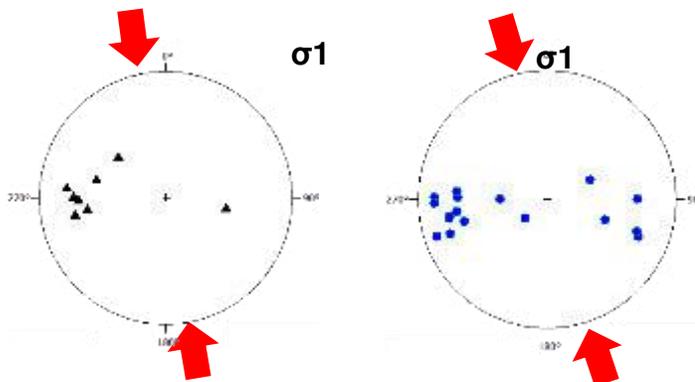


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

d. Ejes de pliegues

Se puede observar en la figura 21, de los estereogramas que muestran los ejes de pliegues de tipo antiformal y volcados, se interpreta que el esfuerzo compresivo sigma 1 que afectó a estas estructuras se encontró perpendicular a la disposición de los ejes en dirección aproximada N-S mientras que el esfuerzo distensivo sigma 3 se encuentra paralelo a los mismos en dirección E-W.

FIGURA 21
ESTEREOGRAMA DE EJES DE PLIEGUES ANTIFORMES
(IZQUIERDA), TUMBADOS (DERECHA)

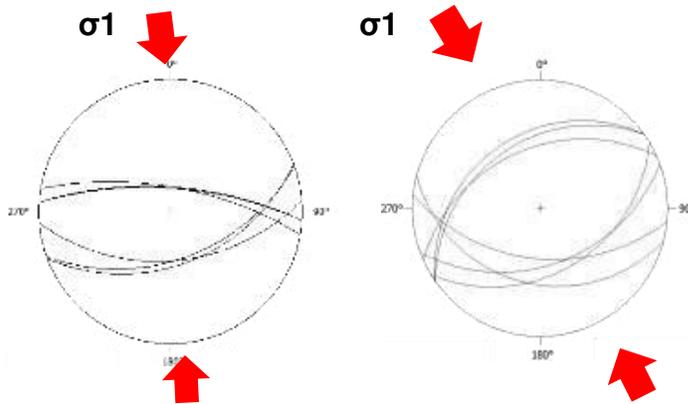


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

e. Planos axiales de pliegues

Como se puede observar en los estereogramas de la figura 22 los planos axiales de los pliegues antiformes y volcados mantienen una disposición E-W, esto indica que la dirección del esfuerzo compresivo que interactúa con estas estructuras se encuentra N-S aproximadamente, mientras que el esfuerzo distensivo sigma 3 se mantiene paralelo a los planos en dirección E-W.

FIGURA 22
ESTEREOGRAMA DE PLANOS AXIALES DE PLIEGUES
ANTIFORMES (IZQUIERDA),
ESTEREOGRAMA DE PLANOS AXIALES DE PLIEGUES
VOLCADOS (DERECHA)

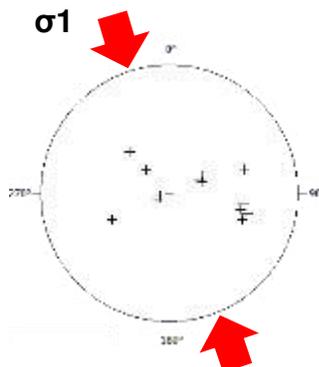


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

f. Boudines

El estereograma de la figura 23 muestra una concentración de boudines agrupados en el E, por lo que se determinó que el esfuerzo compresivo sigma 1 se encuentra perpendicular a estos en dirección aproximada NNW-SSE mientras sigma 3 se mantiene en dirección ENE-WSW.

FIGURA 23
ESTEREOGRAMA DE BOUDINES



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

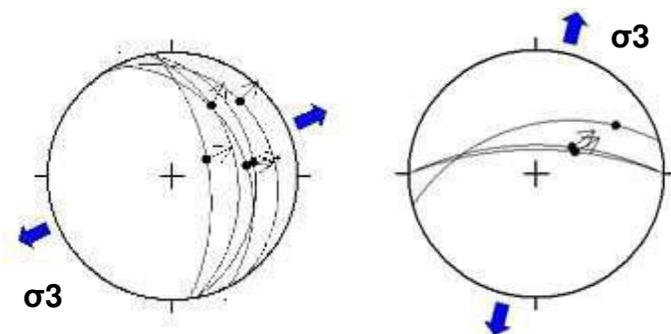
Por lo tanto, las estructuras del dominio dúctil responden a una misma dirección de esfuerzos que las deformaron y modificaron.

5.2.2 Análisis dominio frágil

a. Fallas normales

Se elaboró dos estereogramas donde se pueden observar los planos de fallas normales, diferenciadas en familias por la dirección de su rumbo, Por lo que para la primera familia sigma 1 se encuentra en dirección N035° y sigma 3 N245° mientras que la segunda familia sigma 1 tiene una dirección N095° y sigma 3 N197°. (figura 24).

FIGURA 24
IZQUIERDA: ESTEREOGRAMA DE FALLAS NORMALES
(PRIMERA FAMILIA), DERECHA: ESTEREOGRAMA DE FALLAS
NORMALES (SEGUNDA FAMILIA)



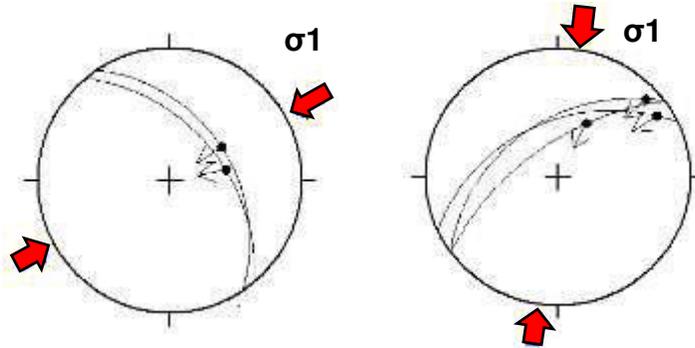
Fuente: Investigación de campo, 2 015.

b. Fallas inversas

Del mismo modo que las fallas normales se generaron dos estereogramas de planos de fallas inversas que fueron separadas con base a su rumbo, La primera familia presenta una dirección en sigma 1 de N241° y sigma 3 de N138°, mientras que la

segunda familia sigma 1 se encuentra en N193° y sigma 3 N091° (figura 25).

FIGURA 25
IZQUIERDA: ESTEREOGRAMA DE FALLAS INVERSAS (PRIMERA FAMILIA), DERECHA: ESTEREOGRAMA DE FALLAS INVERSAS (SEGUNDA FAMILIA)

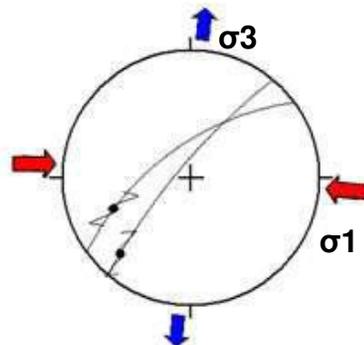


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

c. Fallas dextrales normales

Se generó un estereograma de planos de fallas dextrales con sus correspondientes pitch, que muestra la dirección de los esfuerzos principales que interactúan con esta estructura, las cuales son: para sigma 1 N095° y sigma 3 N186° (figura 26).

FIGURA 26
ESTEREOGRAMA DE FALLAS DEXTRALES NORMALES

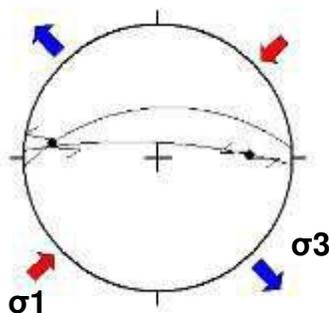


Fuente: Investigación de campo, 2 015.

d. Fallas sinextrales inversas

Según los datos obtenidos en campo se procedió a generar un estereograma que mostrara la disposición y dirección de los esfuerzos que interactúan con los planos de fallas sinextrales, los cuales tienen una dirección para sigma 1 N231° y sigma 3 N134°. (figura 27)

FIGURA 27
ESTEREOGRAMA DE FALLAS SINEXTRALES INVERSAS



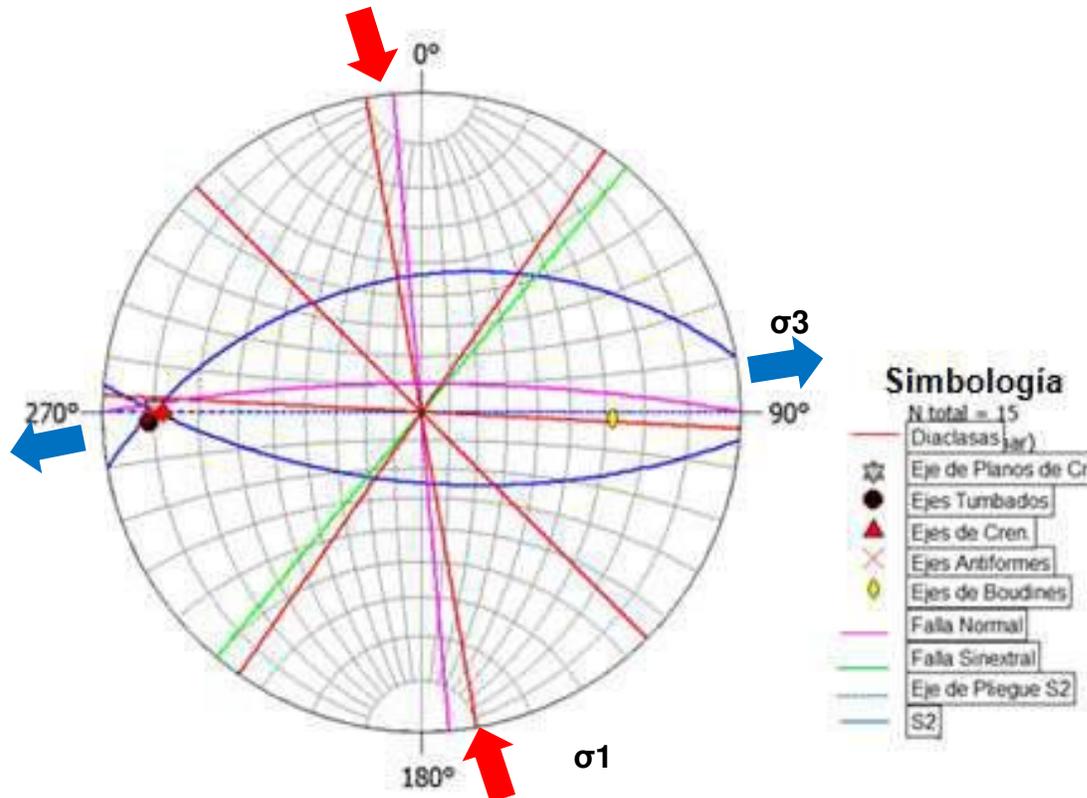
Fuente: Investigación de campo, 2 015.

5.2.3 Modelo estructural general del área de estudio

Para la elaboración de un modelo estructural general local del área se partió del análisis generado previamente, del cual se han tomado en cuenta las siguientes estructuras: ejes de crenulación, S_2 , ejes de pliegues (Antiformes y Recumbentes), ejes de boudines y los fallamientos de tipo normal y de rumbo, que fueron asociados a una familia de diaclasas con sentido N-SE.

Las cuales presentaron una geometría muy similar en relación al arreglo de los principales esfuerzos que las deforman; como se puede observar en el estereograma de la figura 28.

FIGURA 28
ESTEREOGRAMA QUE MUESTRA EL ARREGLO DE LAS
ESTRUCTURAS



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

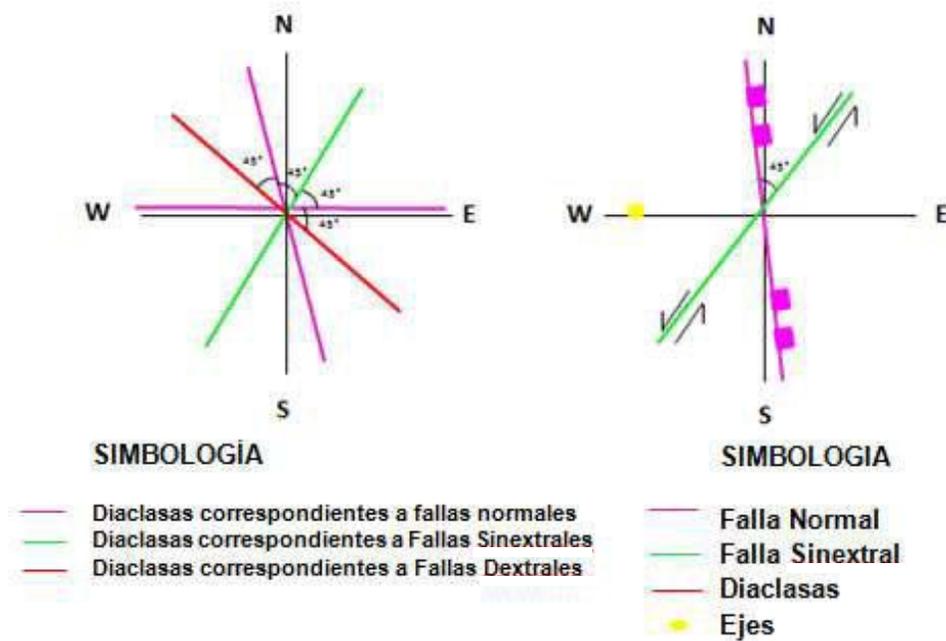
El fallamiento de tipo sinistral se pudo asociar con respecto a las familias de diaclasas ya que mostró un arreglo con la familia C de diaclasas que tiene un sentido NE-SW, de manera que se presentan paralelas al rumbo de dichas fallas.

La familia A en sentido E-W se relaciona a las fallas normales presentes en esta dirección que también se encontraron paralelas al eje de pliegue.

Por último, cabe resaltar la presencia de una familia de diaclasas en dirección SE-NW, que podrían ser el resultado también del fallamiento de tipo dextral generado en esta misma dirección

contrastado con un modelo ideal puesto que los datos de fallas dextrales son muy escasos. (figura 29).

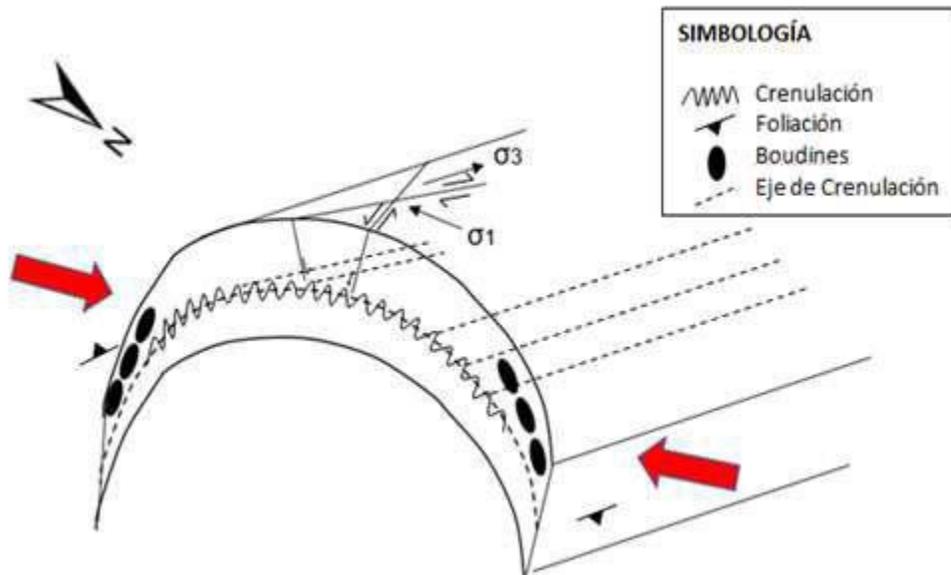
FIGURA 29
PLANOS CARTESIANOS DE DEFORMACIÓN



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

Con base a lo antes descrito y la interacción que muestran las estructuras se pudo interpretar, como un plegamiento de tipo antiforme, deformado debido a la interacción de las estructuras, por ejemplo; las fallas en relación a los bloques que generaron un diaclasamiento fuertemente marcado. (figura 30)

FIGURA 30
MODELO DE DEFORMACIÓN LOCAL DEL ÁREA



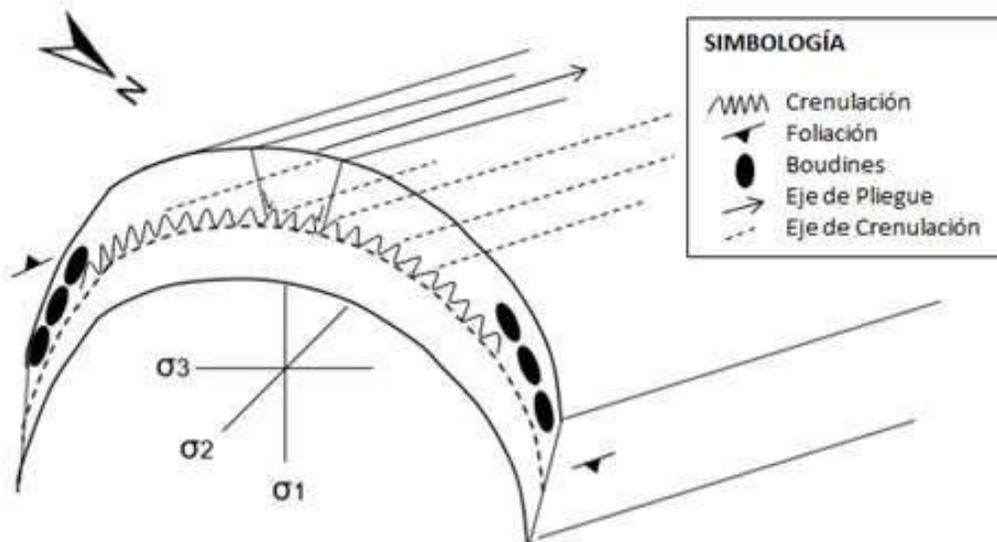
Fuente: Investigación de campo, 2 015.

El fallamiento normal que presentó una disposición en sentido N-S (perpendicular a la estructura plegada local), no se representó en el modelo debido a que este no se encuentra relacionado con la estructura plegada.

Sin embargo, se muestra en la elipse de deformación local ya que concuerda con la dirección de esfuerzos principales que dieron lugar no solamente a este fallamiento sino que a su vez posiblemente al plegamiento local del área.

Así mismo se generó un modelo en el que se plasman las fallas normales que se sitúan en el eje de pliegue. (figura 31).

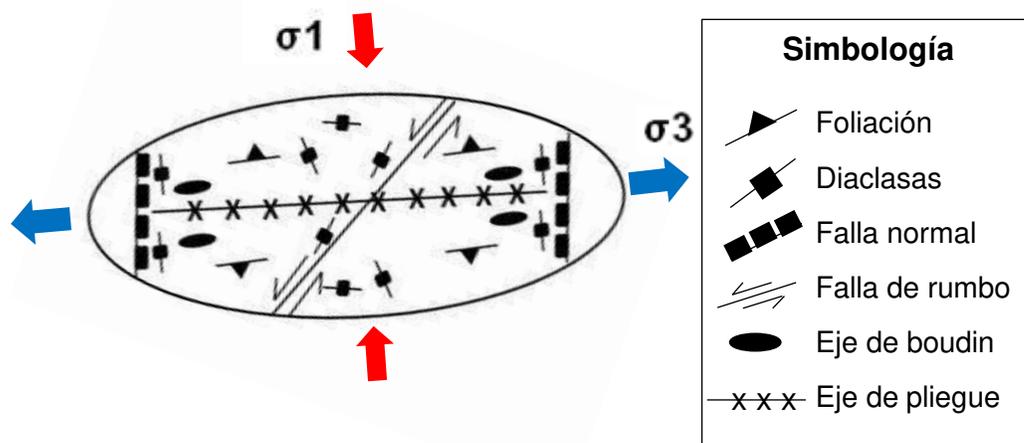
FIGURA 31
MODELO DE DEFORMACIÓN LOCAL PARA FALLAS
NORMALES SITUADAS EN EL EJE DEL PLIEGUE



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

Cabe resaltar la dirección que mantienen los esfuerzos principales en relación a dichas estructuras por lo que sigma 1 tiene una dirección y buzamiento 12/N178°-S, sigma 2 12/N272°, mientras que sigma 3 74/N078°, como bien se puede observar en la elipse de deformación local, la cual corresponde a un modelo dextral. (figura 32).

FIGURA 32
ELIPSE DE DEFORMACIÓN LOCAL DEL ÁREA



Fuente: Investigación de campo, 2 015.

La foliación S_1 no se tomó en cuenta para dicho análisis, puesto que puede ser que dicha estructura pertenezca o se dé a lo largo del flanco de un plegamiento regional. Sin embargo, no se contaron con los suficientes datos a nivel local para caracterizar dicho plegamiento y/o presentar un análisis más a detalle del mismo, afirmar con certeza dicha proposición sería muy imprudente.

5.3 Análisis e interpretación geomorfológica

Debido a la existencia de varias unidades litológicas que presentan diferentes resistencias a los factores tanto erosivos como intempericos los cuales evidencian la existencia de unidades geomorfológicas; principalmente la presencia de cerros con crestas redondeas, elevados con diferencias de alturas de 520 msnm hasta 840 msnm. (anexo 4 Mapa Geomorfológico).

Como bien se mencionó anteriormente en el capítulo 4, en la unidad de Colinada Denudacional se presentan las diferentes laderas (suaves, moderadas y altas) y los movimientos que estas tienen debido a las

pendientes que se encuentran en el área, estas generaron desprendimientos masales debido a la gravedad.

Asimismo, se generó una Unidad de Origen Antrópico-Denudacional constituida por las canteras artesanales de mármol que se encontraron al NE del área.

Las litologías junto a la geología estructural se encuentran bastante relacionadas a la geomorfología del área, puesto que el origen de algunas geoformas está ligado y/o condicionado por dichos factores.

El drenaje de la zona presentó un patrón preferencial marcado por una red sub-dendrítica y paralela definida por las diferentes litologías y rasgos estructurales que modificaban su disposición y comportamiento. Evidenciado en la figura 4 del capítulo II donde se observa el mapa generado de cuencas y redes de drenaje que presenta el área.

CONCLUSIONES

General

A través del mapeo geológico realizado, fueron establecidas siete unidades litológicas llamadas de manera informal, en orden de la más antigua a la más reciente de la siguiente manera: Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático (Uqgf), Unidad de Esquisto Clorítico (Uec), Unidad de Mármol (Umm), Unidad de Serpentinita (Usp), Unidad de Pómez, Unidad de Coluvión (Ucol) y por último la Unidad Aluvión (Ual).

Estas unidades se encuentran afectadas por diversos rasgos estructurales de dominio dúctil y frágil los cuales están ligados a un evento deformacional que corresponde a un modelo de carácter dextral. Y a unidades geomorfológicas que las modifican, por medio de procesos denudacionales y agradacionales.

Específicas

- a) La composición mineral de manera macro y microscópica se exponen de la siguiente manera:

Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático: cuarzo, feldespato de tipo plagioclasa (Andesina), granate, moscovita, clorita y cloritoide.

Unidad de Esquisto Clorítico; clorita, actinolita, tremolita, hornblenda, granate, cloritoide, moscovita y cuarzo.

Unidad de Mármol: calcita, dolomita, cuarzo y moscovita.

Unidad de Serpentinita: serpentina, talco y óxidos.

Subunidad de Anfibolita: actinolita, tremolita, hornblenda, granate, clorita, cloritoide, cuarzo, moscovita y feldespato (Andesina mayoritariamente, aunque también se puede encontrar Labradorita).

Subunidad de Mármol con intercalaciones de Sílice; calcita y cuarzo.

- b) Se establecieron dentro del área, las unidades asociadas a la zona de granate, por la presencia de la agrupación mineral característica las cuales son; Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático, de Esquisto Clorítico y la Subunidad de Anfibolita. También se relacionan a la zona de clorita; la Unidad de Esquisto Clorítico y la Subunidad de Anfibolita.
- c) Según los dos cortes realizados de manera transversal en dirección S-N y otro inclinado en dirección S-NE (Anexos I y II); al mapa geológico, se resalta la uniformidad en la disposición que mantienen las capas de las litologías.

Se observó un plegamiento interno en la Unidad de Esquisto Clorítico, y también el cabalgamiento que genera la Unidad de Serpentinita con respecto a las demás unidades.

La figura 5 del capítulo IV mostro la secuencia, comportamiento y relación que presentaron las unidades litológicas del área, de manera que permitió establecer que la base de dicha secuencia está conformada por la Unidad de Gneis Cuarzo Feldespático, que se presentó en contacto gradual con la Unidad Esquisto Clorítico.

A la Unidad de Esquisto Clorítico a su vez se encuentra en contacto de manera gradual con la Unidad de Mármol, dichas unidades fueron cabalgadas por la Unidad de Serpentinita.

La Unidad de Pómez, Unidad de Aluvión y Coluvión se encontraron en contacto discordante con respecto a las unidades infrayacentes, estas últimas representan el tope de la secuencia estratigráfica local.

RECOMENDACIONES

- a) Completar el cartografiado geológico del Cuadrángulo de El Progreso a escala 1: 5 000, con la finalidad de ampliar la información geológica a detalle.
- b) Evaluar si los depósitos existentes en el área de mármol y serpentinita, pueden ser aprovechables económicamente.
- c) Determinar en áreas circundantes, la continuidad de las zonas metamórficas de clorita y granate, en mapeos a escala 1: 5 000. Con la finalidad de observar el comportamiento que puedan presentar.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiquín Yoj, Mauricio. *Geología del cuadrángulo de El Progreso*. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación, 2003.
- Cortéz, Silvia. *Geología Morazán. El Progreso: Levantamiento Geológico*. Trabajo Final de Campo, Técnico en Geología. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2002.
- Donnelly, Thomas. *Northern Central America; The maya and Chortis blocks*. United States of America: The Geological Society of America, 1990.
- Municipalidad de Morazán, *Información General del municipio*. El Progreso, Guatemala: Dirección municipal de Informática, 2002.
- Simmons, Charles S. Et. Al. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: Editorial de José Pineda Ibarra, 1959.
- Tziboy, Freder Rafael, *Análisis litoestructural y geomorfológico a escala 1: 25,000, Geología en El Progreso*. Trabajo Final de Campo. Técnico en Geología. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2012.



V.ºB.º

Adán García Véliz
 Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
 BIBLIOTECARIO

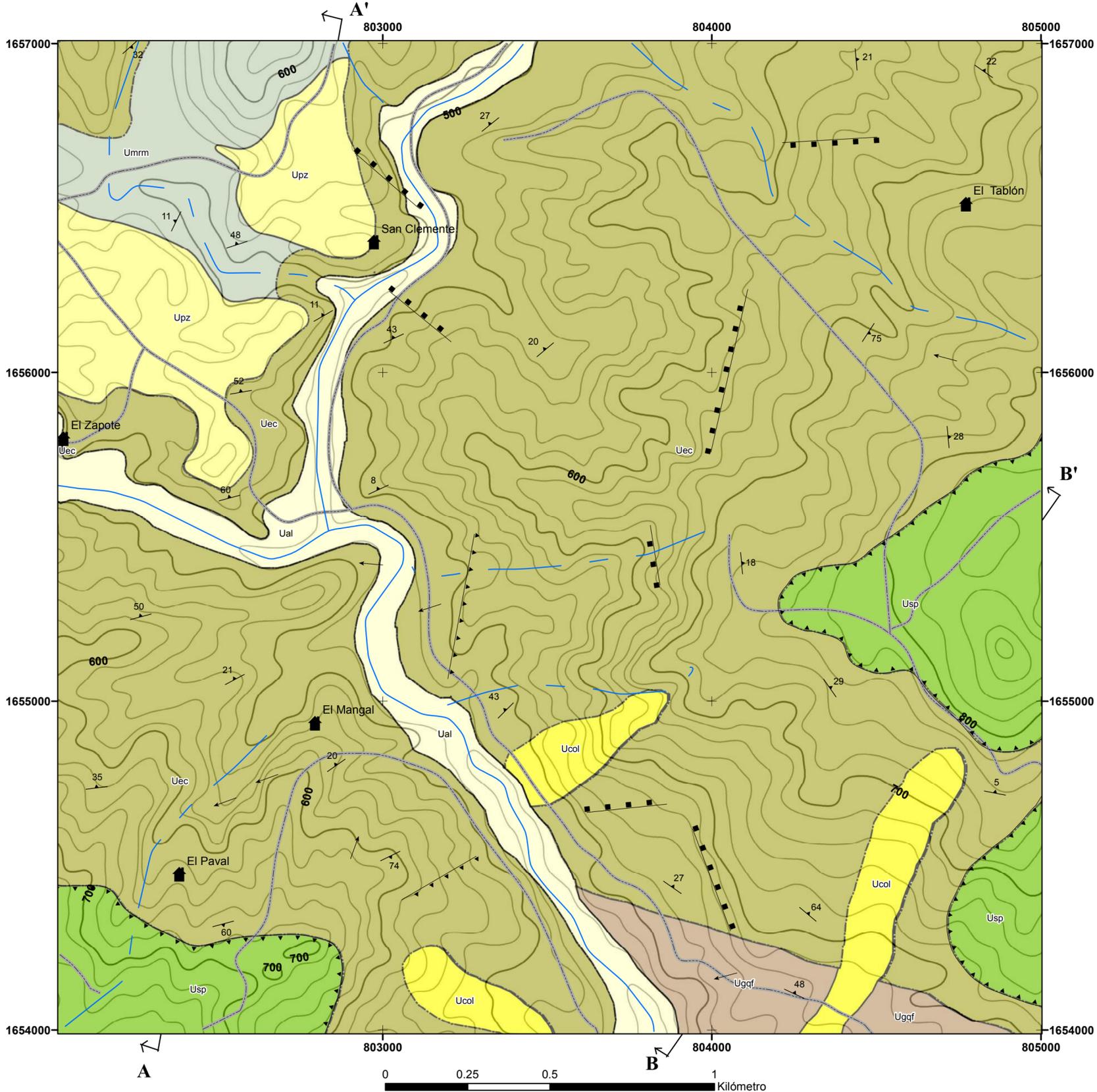




ANEXOS

ANEXO I	MAPA GEOLÓGICO, PERFIL A-A'
ANEXO II	MAPA GEOLÓGICO, PERFIL B-B'
ANEXO III	MAPA DE ZONAS METAMÓRFICAS
ANEXO IV	MAPA GEOMORFOLÓGICO
ANEXO V	MAPA DE MUESTRAS RECOLECTADAS
ANEXO VI	DESCRIPCIÓN A NIVEL DE AFLORAMIENTO, MACROSCÓPICO Y MICROSCÓPICO DE LAS MUESTRAS COLECTADAS.

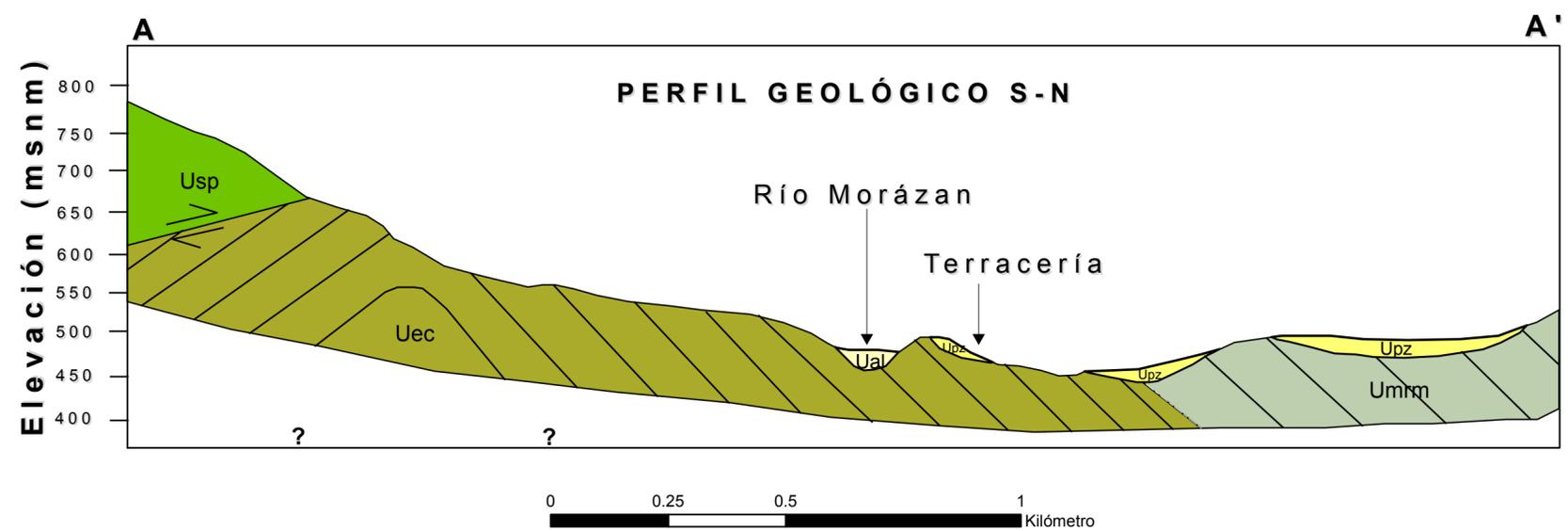
MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

Unidad

Unidad	Descripción
Ual	Aluvión
Ucol	Coluvión
Upz	Pómez
Usp	Serpentinita
Umm	Mármol
Uec	Esquisto Clorítico
Ugqf	Gneis Cuarzo Feldespático



Simbología

Contactos y fallas	Base cartográfica
Foliaciones	Poblados
Cabalgamiento	Carreteras
Inversa	Curvas 100 m
Normal	Curvas 20 m
Contacto gradual	Drenaje permanente
Contacto discordante	Drenaje intermitente

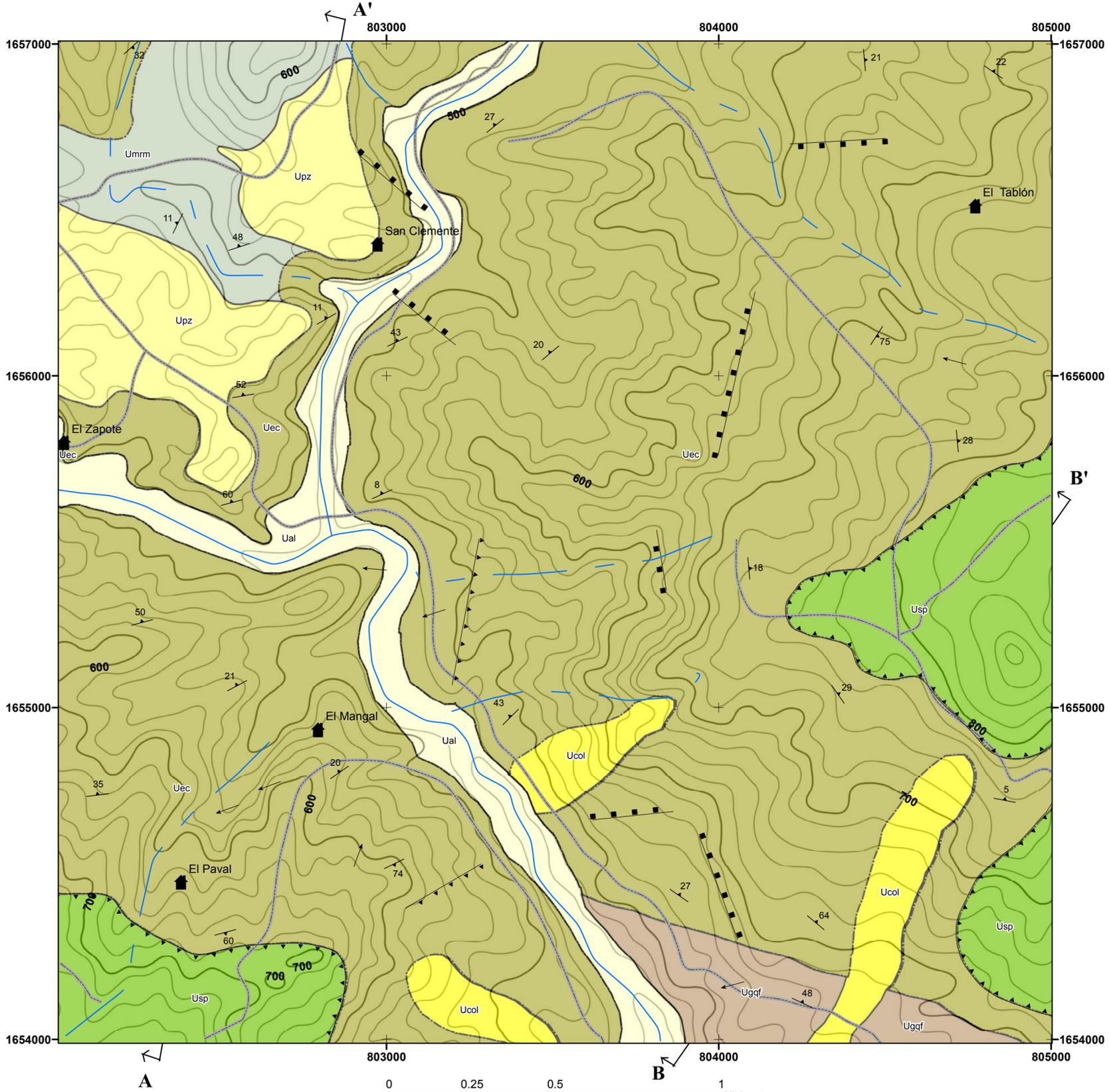
ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

Salamá 2161 III	San Jerónimo 2161 II	El Cimiento 2261 III
El Chol 2160 IV	El Progreso 2160 I	San Agustín Acasaguastlán 2260 IV
San Pedro Ayampuc 2160 III	Sanarate 2160 II	San Diego 2260 III

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
	GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: Delimitación de las zonas metamórficas en las rocas aflorantes, de los alrededores de la aldea San Clemente	
Contiene: MAPA GEOLÓGICO Y PERFIL A - A'		
Trabajo realizado por: José Paulo Barahona Valdés		
E horizontal 1: 10 000 E vertical (perfil) 1: 100	Revisado por: Ing. Silvia Cortez	Referencia espacial: UTM WGS 84 Z 15

ANEXO I

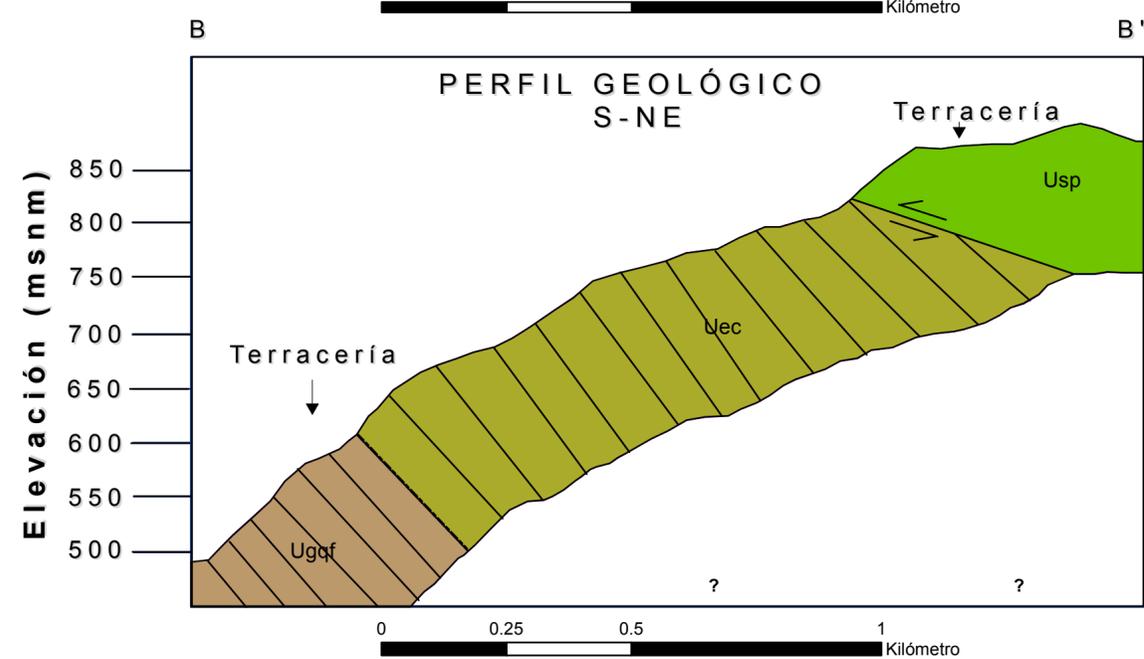
MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

Unidad

Unidad	Descripción
Ual	Aluvión
Ucol	Coluvión
Upz	Pómez
Usp	Serpentinita
Umm	Mármol
Uec	Esquisto Clorítico
Ugqf	Gneis Cuarzo Feldespático



Simbología

Contactos y fallas	Base cartográfica
Foliaciones	Poblados
Cabalgamiento	Carreteras
Inversa	Curvas 100 m
Normal	Curvas 20 m
Contacto gradual	Drenaje permanente
Contacto discordante	Drenaje intermitente

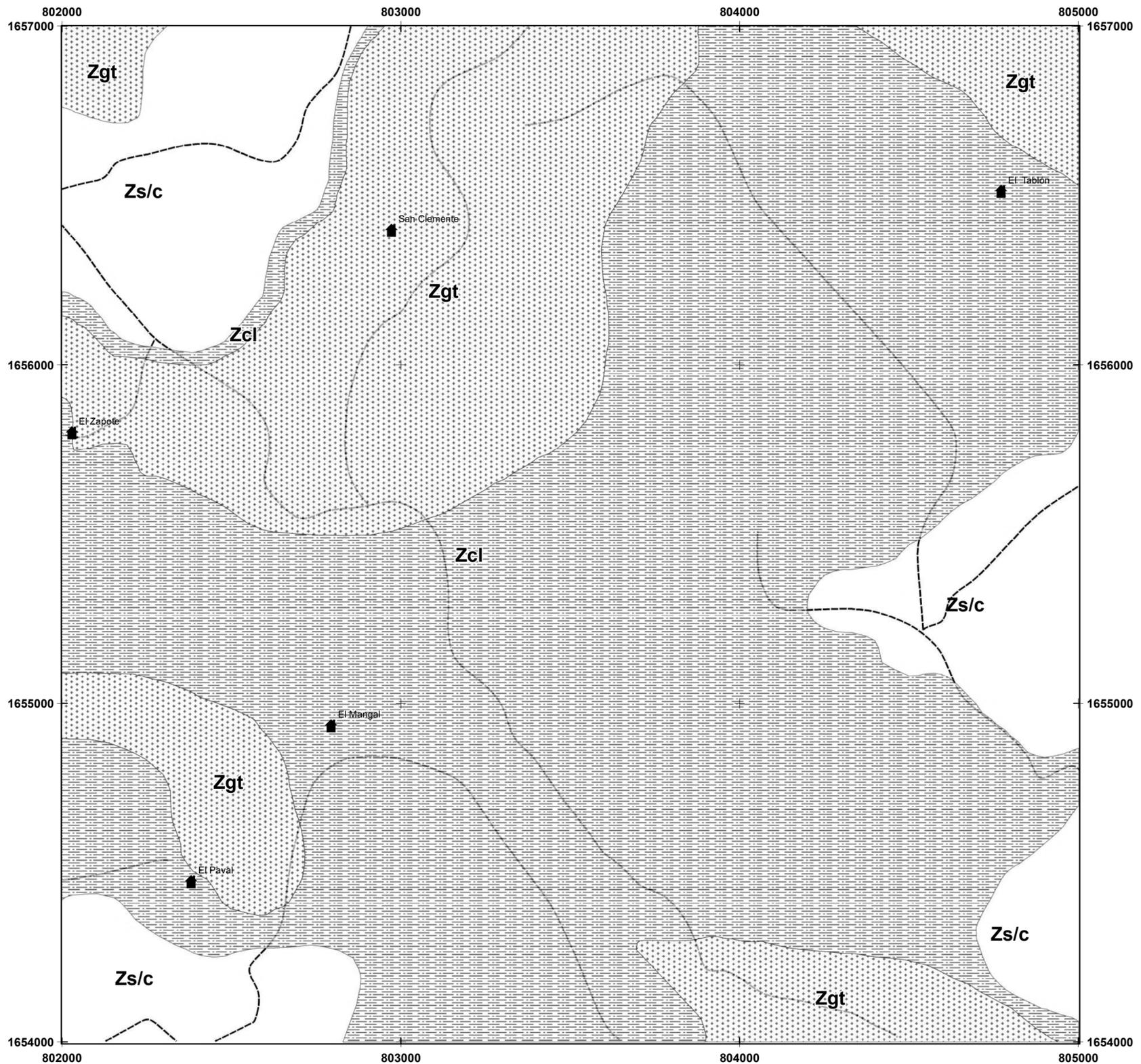
ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

Salamá 2161 III	San Jerónimo 2161 II	El Cimiento 2261 III
El Chol 2160 IV	El Progreso 2160 I	San Agustín Acasaguastlán 2260 IV
San Pedro Ayampuc 2160 III	Sanarate 2160 II	San Diego 2260 III

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
	GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: Delimitación de las zonas metamórficas en las rocas aflorantes, de los alrededores de la aldea San Clemente	
Contiene: MAPA GEOLÓGICO Y PERFIL B - B'		
Trabajo realizado por: José Paulo Barahona Valdés		
E horizontal 1: 10 000 E vertical (perfil) 1: 100	Revisado por: Ing. Silvia Cortez	Referencia espacial: UTM WGS 84 Z 15

ANEXO II

MAPA DE ZONAS METAMÓRFICAS



Leyenda	
	Zona de Clorita
	Zona de Granate
	Zona sin clasificar

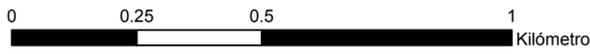
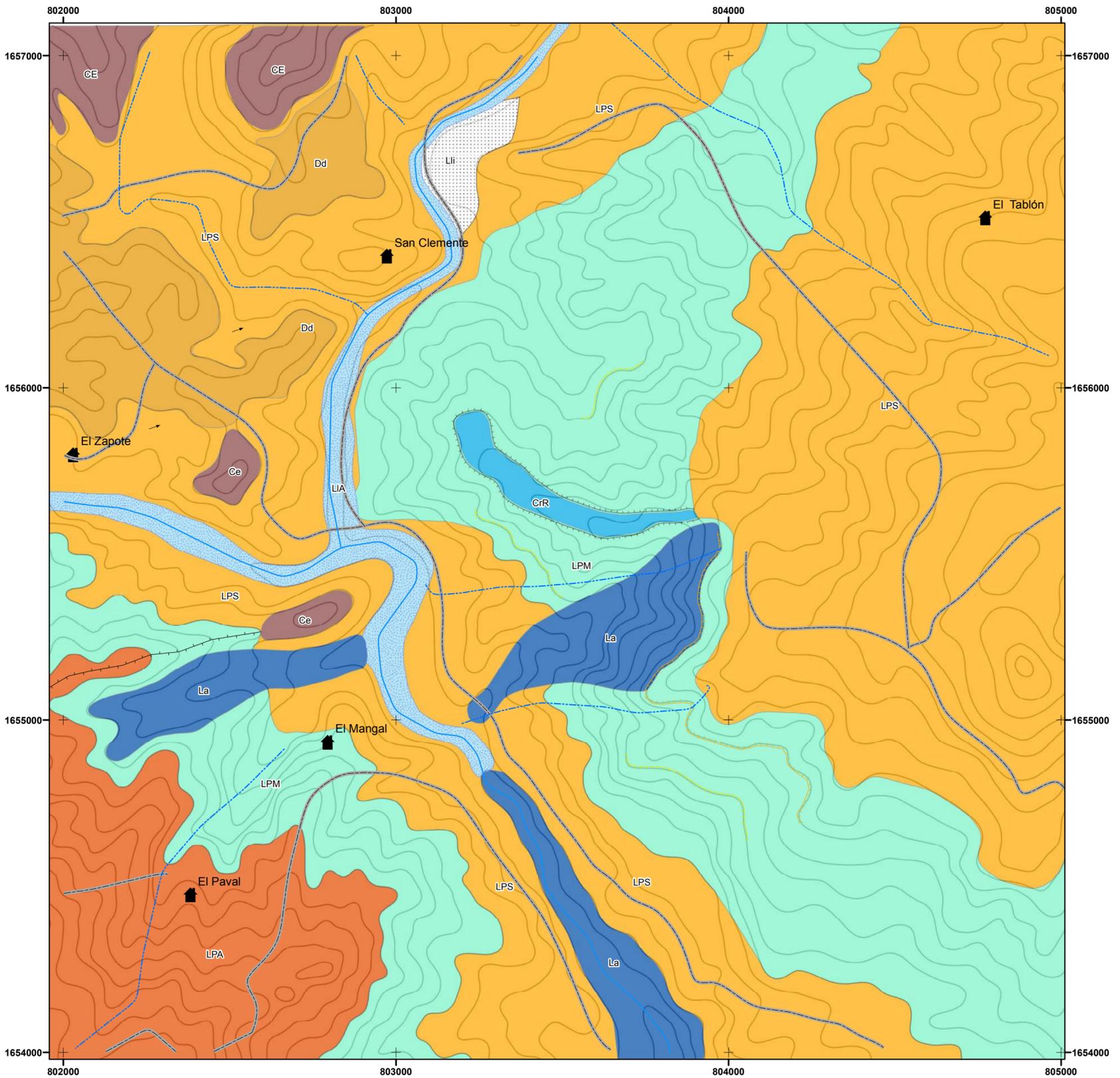
Simbología	
Base cartográfica	
	Poblados
	Carreteras

Salamá 2161 III	San Jerónimo 2161 II	El Cimiento 2261 III
El Chol 2160 IV	El Progreso 2160 I	San Agustín Acasaguastán 2260 IV
San Pedro Ayampuc 2160 III	Sanarate 2160 II	San Diego 2260 III

ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
	GEOLOGIA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: Delimitación de las zonas metamórficas en las rocas aflorantes, de los alrededores de la aldea San Clemente	
Contiene:		MAPA DE ZONAS METAMÓRFICAS
Trabajo realizado por:		José Paulo Barahona Valdés
Escala numérica 1: 10 000	Revisado por: Ing. Silvia Cortez	Referencia espacial: UTM WGS 84 Z 15
		ANEXO III

MAPA GEOMORFOLÓGICO



LEYENDA

Unidades Geomorfológicas	
La	Laderas de Acumulación
Ce	Cerros
CrR	Crestas Redondeadas
LIA	Llanura Aluvial
LPM	Laderas Pendiente Media
LPS	Laderas Pendiente Suave
Dd	Depresión Denudacional
LI	Llanura de Inundación
LPA	Laderas Pendiente Alta
↘	Surcos
—	Carreteras
	Escarpes Agudos
	Escarpes Suaves

Simbología

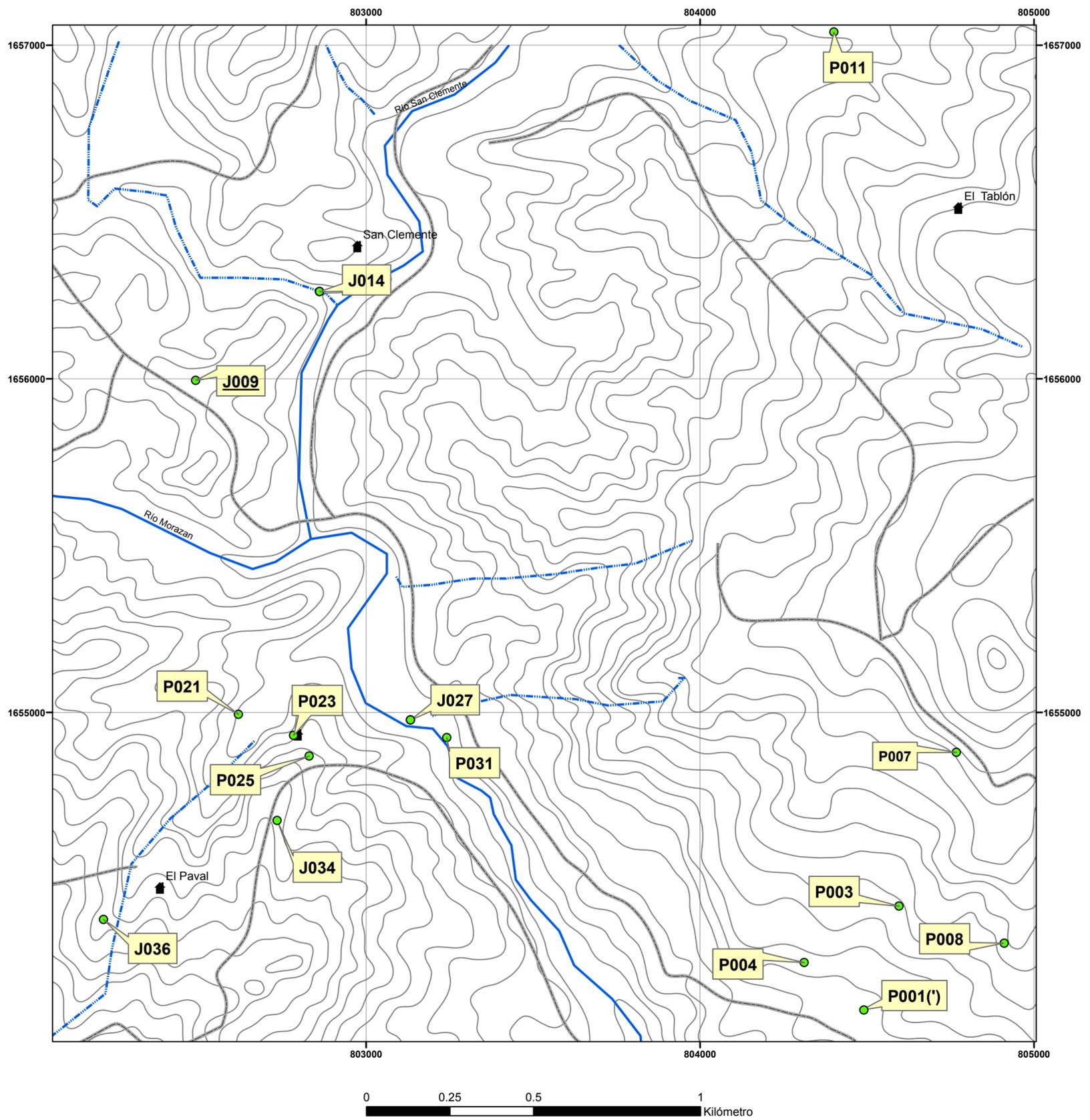
Base cartográfica	
—	Drenaje permanente
- - -	Drenaje intermitente
■	Poblados
—	Curvas 100 m
—	Curvas 20 m
—	Carreteras

Salamá 2161 III	San Jerónimo 2161 II	El Cimiento 2261 III
El Chol 2160 IV	El Progreso 2160 I	San Agustín Acasaguastán 2260 IV
San Pedro Ayampuc 2160 III	Sanarate 2160 II	San Diego 2260 III

ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
GEOLOGÍA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: Delimitación de las zonas metamórficas en las rocas aflorantes, de los alrededores de la aldea San Clemente		
Contiene: MAPA GEOMORFOLOGICO		
Trabajo realizado por: José Paulo Barahona Valdés		
Escala Numérica 1: 10 000	Revisado por: Ing. Silvia Cortez	Referencia Espacial: UTM WGS 84 Z 15
		ANEXO IV

MAPA DE MUESTRAS RECOLECTADAS



Cuadro de muestras	
P001	esquisto clorítico
P001'	esquisto clorítico
P003	serpentinita
P004	gneis cuarzo feldespático
P007	anfibolita
P008	serpentinita
P011	mármol
P021	anfibolita
P023	esquisto clorítico
P025	metachert
P031	mármol con intercalaciones de sílice
J009	mármol
J014	esquisto clorítico
J027	mármol con intercalaciones de sílice
J034	anfibolita
J036	serpentinita

Simbología	
Base cartográfica	
	Drenaje permanente
	Drenaje intermitente
	Poblados
	Curvas 100 m
	Curvas 20 m
	Carreteras

ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES		
Salamá 2161 III	San Jerónimo 2161 II	El Cimiento 2261 III
El Chol 2160 IV	El Progreso 2160 I	San Agustín Acasaguastán 2260 IV
San Pedro Ayampuc 2160 III	Sanarate 2160 II	San Diego 2260 III

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
GEOLOGIA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: Delimitación de las zonas metamórficas en las rocas aflorantes, de los alrededores de la aldea San Clemente		
Contiene: MAPA DE MUESTRAS RECOLECTADAS		
Trabajo realizado por: José Paulo Barahona Valdés		
Escala Numérica 1: 10 000	Revisado por: Ing. Silvia Cortez	Referencia espacial: UTM WGS 84 Z 15
		ANEXO V

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: J009		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 20-06-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802490	UTM_Norte: 1655995	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia San Clemente			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramientos			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Mármol
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinistral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinistral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		25	030			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1	62	278				
J2						
J3						
J4						
Otras:						
<p style="text-align: center;">Fotografía no.1. Mostrando cantera de Mármol Blanco, con intercalaciones Esquisto Muscovítico y Anfibolita. En la parte inferior de la fotografía se puede apreciar el mármol de coloración blanca.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">FUENTE: Tomada en etapa de mapeo TFC 2015</p>						

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Calcita	60%	Muscovita		20			
		Sílice		10			
		Clorita		10			
TEXTURAS: Granoblástica							
TIPO DE ALTERACION:							
OTROS DATOS: Presenta pequeños lentes de mica verde al igual que de sílice, las muscovitas denotan una lineación bastante marcada.							
<p>Fotografía no. 2. Muestra de mano código J009, con corte donde se obtuvo la sección</p> 							
Fuente: Tomada por José Barahona, 21-08-15.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: J014		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 22-06-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802861	UTM_Norte: 1656261	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: alrededores aldea el Zapote			
HOJA TOPO/GEO.: El progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por afloramientos			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Esquisto Clorítico
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		19	230			
Lineaciones:		15	167			
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:		08	298	F2: 85N F3:		
Diaclasas:	No persistente	Persistente				
J1	87/040					
J2	46/176					
J3		10/ 252				
J4						
Otras: Crenulación (ejes)		13	183			
Fotografía. No 5. Afloramiento de Esquisto Clorítico Sub horizontal.						
						
Fuente: Tomada en etapa de campo TFC 2015.						

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Clorita	40	Muscovita		20	Óxidos	5	
		Granates		20			
		Cuarzo		15			
TEXTURAS: Lepidoblástica, poco esquistosa							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación, Cloritización.							
OTROS DATOS: Los granates se observan de tamaños muy pequeños, al igual que las bandas de oxidación. Una Lineación marcada por la clorita y la muscovita.							
Fotografía no. 6. Esquisto clorítico (J014), mostrando el corte.							
							
Fuente: Por José Barahona, tomada el 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: J027		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 26-06-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 803133	UTM_Norte: 1654977	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia Finca el Paval			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre:	Serie:	Escala:
ANÁLISIS Y MUESTREO:			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Mármol
CLASIFICACION UTILIZADA: por Afloramiento

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinistral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinistral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		04	185			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:		59	210	F2: 79 NW		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1		56/205				
J2		34/190				
J3						
J4						
Otras:						

Fotografía no.9 Afloramiento de Mármol con una tonalidad Azul subvertical.



Fuente: Tomada en Etapa de Campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Calcita	40	Cuarzo Bandas de Óxidos Min. negros		20 20 20			
TEXTURAS: Granoblástica							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación							
OTROS DATOS: En la superficie de la roca (plano) se observa lineación mineral de muscovita.							
<p>Fotografía no. 10. Muestra de Mano (Mármol con tonalidad azul J027)</p> 							
Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: J034		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 26-06-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802734	UTM_Norte: 1654676	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: Alrededores de Finca El Paval			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1,5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: por afloramiento			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Anfibolita Granatífera.
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: inestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		15	273			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1						
J2						
J3						
J4						
Otras: Crenulación (Eje)		72	290			

Fotografía no. 13 Afloramiento de Anfibolita se pueden observar los granates de gran tamaño.



Fuente: Tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Anfiboles Granates	40 35	Feldespato		20	Cuarzo	5	
TEXTURAS: Nematoporfidoblástica, porfidoblastica.							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación.							
OTROS DATOS: Se ve una lineación bien marcada en los anfíboles y así a simple vista, se logran observar porfidoblastos con cinemática de tipo dextral.							
Fotografía no.14. Muestra de Mano donde se ven pórfidos de granates (Anfibolita Granatífera).							
							
Fuente: Por José Barahona, 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: J036		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 26-06-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802214	UTM_Norte: 1654379	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: Vereda hacia finca el Paval			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por afloramiento			

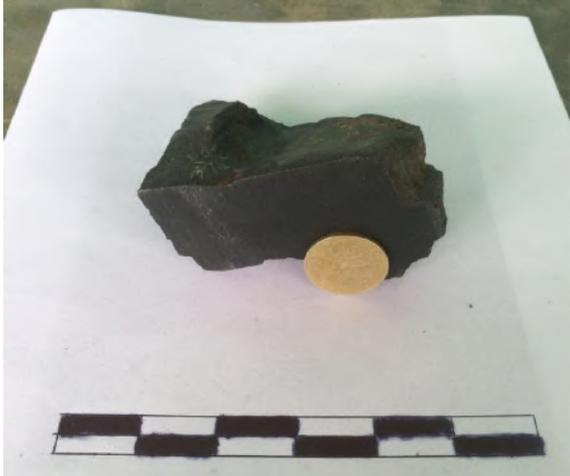
TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Peridotita Serpentinizada
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		25	354			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo)		F1:		F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1	45/ 075					
J2	42/ 080					
J3		38/ 345				
J4						
Otras:						

Fotografía no. 17 Afloramiento de peridotita altamente meteorizada



Fuente: Tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Serpentina	90	Talco		10			
TEXTURAS: -							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación							
OTROS DATOS: No se logra observar un arreglo preferencial en sus minerales, ya que esta se presenta de manera masiva.							
<p>Fotografía no. 18. Muestra de Mano (J036) Peridotita serpentinizada.</p> 							
Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 12		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 06-07-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 804556	UTM_Norte: 1653956	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia san Clemente			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1;5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramientos			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Esquisto clorítico con granates
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		31	065			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1						
J2						
J3						
J4						
Otras: Crenulación (Eje)		06	270			

Fotografía no. 21. Afloramiento de Esquisto, se observa con tonalidad azul.



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)			Continuo (Continuous)		
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Cuarzo Muscovita	30 30	Anfiboles Distena?		20 15	Feldespato	5	
TEXTURAS: Granolepidoblástica							
TIPO DE ALTERACION: Cloritización							
OTROS DATOS: las bandas de cuarzo se presentan intercaladas con muscovitas y anfíboles, en este corte no se logran observar bien los cristales de coloración azul y los granates pareciera que solo se presentan de manera superficial.							
<p>Fotografía no. 22. Muestra macro P001 se observa la Cloritización en superficie.</p> 							
Fuente: Por Jose Barahona, tomada 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 12		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 06-07-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 804556	UTM_Norte: 1653956	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia san Clemente			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1;5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramientos			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Esquisto clorítico con granates
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		31	065			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1						
J2						
J3						
J4						
Otras: Crenulación (Eje)		06	270			

Fotografía no. 25. Afloramiento de esquisto con tonalidad azul.



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Distena?	40	Granates		25	Cuarzo	5	
		Muscovita		15			
		Anfiboles		10			
TEXTURAS: Granolepidoblástica							
TIPO DE ALTERACION: Cloritización, Oxidación.							
OTROS DATOS: Los granates se encuentran cloritizados de manera diseminada, presenta colores ocres debido a la oxidación, los cristales del mineral azul (distena?) no presentan una orientación preferencial.							
<p align="center">Fotografía no. 26. En la superficie se observan los granates cloritizados y minerales de coloración azul de donde se sacó la sección</p>  <p>The photograph shows a dark, irregularly shaped rock specimen resting on a white surface. A gold coin is placed to the right of the specimen for scale. Below the specimen is a black and white checkered scale bar. The rock surface appears to have some mineral inclusions, consistent with the description of chloritized granates and blue minerals.</p>							
Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P003		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 06-07-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 804596	UTM_Norte: 1654419	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia san Isidro			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000.
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramientos.			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Serpentinita
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		48	020			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo)		F1: 47	345	F2: 58NW		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1	71/ 280					
J2		60/ 320				
J3						
J4						
Otras:						

Fotografía no. 57 Afloramiento de Peridotita con bastante clivaje.



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell):
							Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Serpentina	70	Talco Óxidos		20 10			
TEXTURAS:							
TIPO DE ALTERACION: Saponificación, Oxidación.							
OTROS DATOS: En la parte de atrás de la roca se observan unas estrías con oxidación. Posee bastante cantidad de talco y el brillo característico de este mismo.							
Fotografía no. 58 muestra P003.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P004		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 06-07-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 804312	UTM_Norte: 1654250	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia san Clemente			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramiento			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Gneis de Cuarzo y Feldespato
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		36	030			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1						
J2						
J3						
J4						
Otras:						
Fotografía no. 29. Afloramiento subhorizontal de Gneis con alta meteorización.						
						
Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.						

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Cuarzo	30	Feldespato Muscovita Oxidos	25 25 10	Granates Clorita	5 5		
TEXTURAS: Lepidogranoblástica, Esquistosa							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación							
OTROS DATOS: Presenta bastante porosidad, también un pequeño lente al momento de partirla donde se observa una mica de coloración verde olivo que probablemente sea clorita, también se ven pequeños granates de manera diseminada.							
<p>Fotografía no. 30. Gneis con Cuarzo y Feldespato, se observan bien las bandas De oxidación y los pequeños granates que también presentan oxidación.</p> 							
Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P007		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 07-07-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 804768	UTM_Norte: 1654880	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: carretera hacia los tablones			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Unica	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramiento			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Anfibolita
CLASIFICACION UTILIZADA: Anfibolita masiva

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: inestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		24	035			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1	18/015					
J2		74/110				
J3		23/020				
J4						
Otras:						

Fotografía no. 33. Afloramiento altamente meteorizado de anfibolita.



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Actinolita Feldespato	50 30	Hornblenda		15%	Cuarzo	5%	
TEXTURAS: Nematoblástica							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación							
OTROS DATOS: Las actinolitas permanecen concéntricas.							
<p>Fotografía no. 34 Muestra P007 se observa del lado derecho de la muestra una banda de Fd.</p> 							
Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.							

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 12		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 08-07-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 805122	UTM_Norte: 1654003	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia los tablones			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1;5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramiento			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Serpentinita
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo)		F1: 83	025	F2: 77NW		
Diaclasas:	No persistente	Persistente		F3:		
J1	77/ 015					
J2		63/ 270				
J3						
J4						
Otras: Clivaje		63	020			

Fotografía no. 37. Cantera de Peridotita Serpentinizada.



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Serpentina Óxidos	40 30	Talco	30			

TEXTURAS: -

TIPO DE ALTERACION: Oxidación

OTROS DATOS: Se presenta de manera masiva sin ningún tipo de clivaje y con bastante oxidación.

Fotografía no. 38. Muestra P008 en la parte de atrás se pueden observar estrías.



Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P011		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 17-7-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 804440	UTM_Norte: 1657039	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia Los Achiotos			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1:5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramientos			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Caliza Marmolizada
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		19	345			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1	27/ 343					
J2						
J3						
J4						
Otras: Lineación Mineral		41	050			

Fotografía no. 41. Afloramiento de Caliza Marmolizada con grietas de Calcita y Qz.



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Caliza	40	Cuarzo Calcita	30 30			

TEXTURAS: Fina**TIPO DE ALTERACION:****OTROS DATOS:** Se presentan grietas recristalizadas de calcita y cuarzo.

Fotografía no. 42. Muestra P011, se observan las grietas rellenas de Calcita y Qz en su superficie.



Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P021		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA:		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802618	UTM_Norte: 1654994	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: Alrededores Finca Santa Ana			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1,5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO:			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Anfibolita Granatífera
CLASIFICACION UTILIZADA: Anfibolita

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: inestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		17	255			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1						
J2						
J3						
J4						
Otras:						

Fotografía no. 45. Afloramiento de Anfibolita con bastante meteorización.



Fuente: Tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

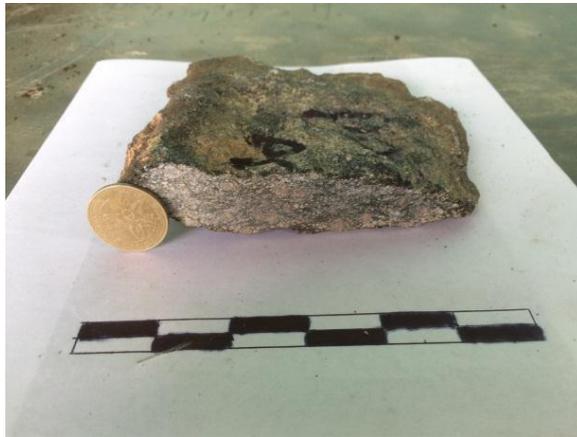
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Actinolita Granates	35 40	Cuarzo	15	Piroxenos Feldespatos	5 5	

TEXTURAS: Porfídoblástica, Nematoblástica

TIPO DE ALTERACION: Oxidación

OTROS DATOS:

Fotografía no. 46. Muestra P02, Se observan claramente los pórfidos de Granate.



Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P023		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 11-08-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802783	UTM_Norte: 1654931	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: Finca Santa Ana y alrededores			
HOJA TOPO/GEO.:EI progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por afloramientos			

TIPO DE ROCA : Metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Esquisto Muscovítico
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		59	082			
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo)		F1:		F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1	87/ 354					
J2	49/ 074					
J3						
J4						
Otras: Crenulación (eje)		60	080			

Fotografía no. 49. Afloramiento de Esquisto Muscovitico



Fuente: tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Cuarzo	30	Feldespato	25			
Muscovita	30	Óxidos	15			

TEXTURAS: Lepidoblástica, lepidogranoblástica

TIPO DE ALTERACION: Oxidación.

OTROS DATOS: En superficie se observan granos de feldespato redondeados y de Cuarzo también.

Fotografía no. 50 Muestra P023



Fuente: Por José Barahona, tomada 21-08-2015.

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: P025		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 11-09-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2014	
UBICACIÓN:	UTM_Este: 802830	UTM_Norte: 1654869	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: Alrededores finca Santa Ana			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1;5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por Afloramiento			

TIPO DE ROCA : Metamórfica.
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Metachert.
CLASIFICACION UTILIZADA: Silice interestratificado con Esquisto Muscovítico

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (!= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		67	360			
Lineaciones:						
Pliegues:		90	075			
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1						
J2						
J3						
J4						
Otras: Crenulación (Eje)		77	355			

Fotografía no. 53. Afloramiento de Esquisto interfoliado con bandas de Chert.



Fuente: Tomada en etapa de campo TFC 2015.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):	Espaciado (Spaced)					Continuo (Continuous)	

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Grafito	40	Muscovita	10			
Cuarzo	40	Óxidos	10			

TEXTURAS: Anastomosada, Granoblástica

TIPO DE ALTERACION: Oxidación.

OTROS DATOS: Se puede observar un porfidoblasto con cinemática de tipo Sinestral y bien crenulada, La roca presenta también intercalaciones con muscovitas aparentemente, también en los poros se puede observar de mejor manera la oxidación.

Fotografía no. 54. Muestra P025, se presenta crenulada y con bastante porosidad.



Fuente: Por Jose Barahona, tomada 21-08-2015.

FORMATO PARA LA DESCRIPCION DE MUESTRAS

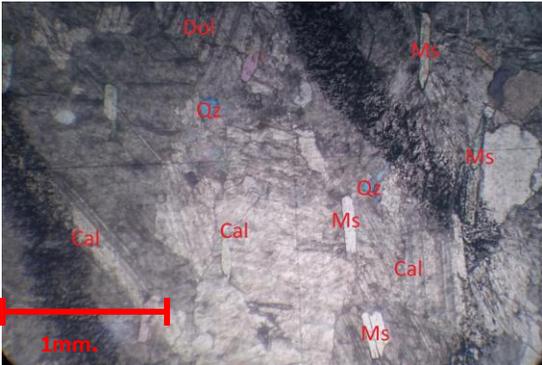
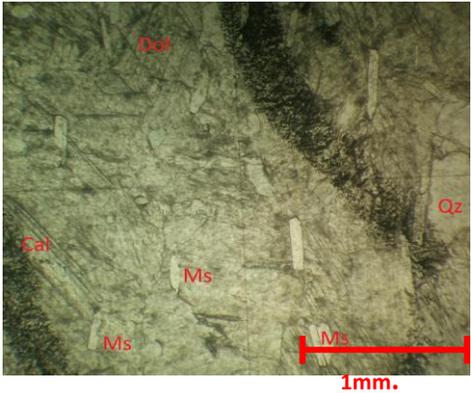
DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 12		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): WGS-84	
FECHA: 26-06-2015		PROYECTO: trabajo final de campo 2015	
UBICACIÓN:	UTM_Este:803150	UTM_Norte: 1655162	UTM_Zona: 15
LOCALIDAD: camino hacia san Clemente			
HOJA TOPO/GEO.: El Progreso	Nombre: Mapa Base San Clemente	Serie: Única	Escala: 1; 5,000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Por afloramientos			

TIPO DE ROCA : metamórfica
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Metachert
CLASIFICACION UTILIZADA:

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So)						
Foliación (S1, S2..etc):		61	305			
Lineaciones:						
Pliegues:		32	003			
Fallas: (orientación, pitch y tipo) F1:				F2:		
Diaclasas:		No persistente	Persistente	F3:		
J1			34/ 135			
J2		88/ 360				
J3						
J4						
Otras:						



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): Roca Fresca: Roca alterada:
TIPO DE CLIVAJE (types of cleavage):		Espaciado (Spaced)				Continuo (Continuous)	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Silice Muscovita	45 30	Óxidos		25			
TEXTURAS: Granolepidoblástica							
TIPO DE ALTERACION: Oxidación							
OTROS DATOS: La roca se encuentra bastante crenulada visible por los filosilicatos, se encuentra con una porosidad muy alta.							
							

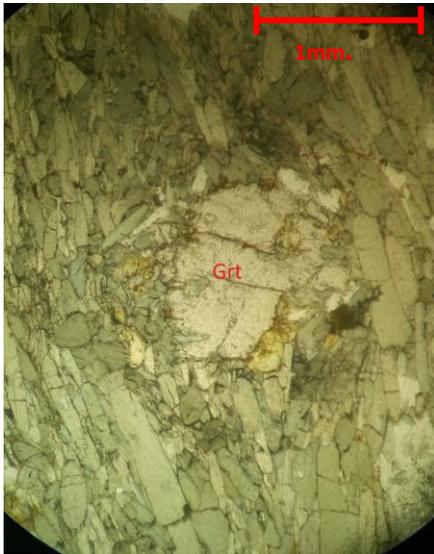
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (J009)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	
Calcita	60	Dolomita	10			
		Muscovita	15			
		Cuarzo	15			
DESCRIPCION CUALITATIVA				FORMA Y TAMANO DEL GRANO		
Microtextura: Granoblástica Microtexturas de deformación: Lineación mineral. Microestructuras: Migración de bordes de granos. Tipo de Alteración: Dolomitización				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Calcita Cuarzo	Euhedral	
					Subhedral	
					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito) Caliza		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Mármol						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

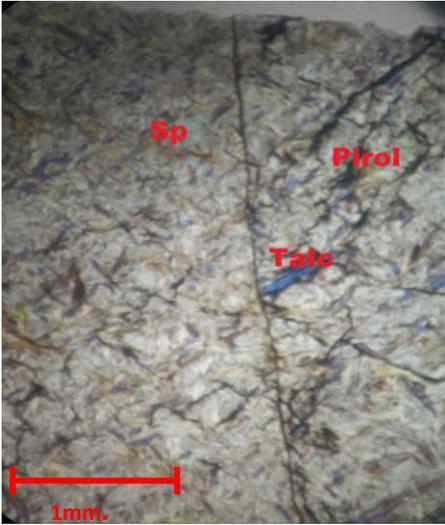
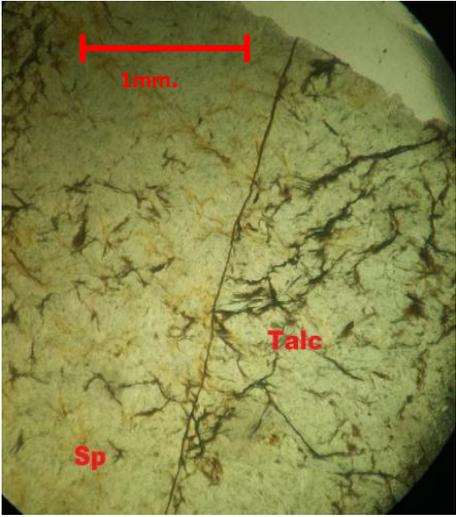
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (J014)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No presenta. Total de clorita mas granates cloritizados 68%
Clorita	65	Cuarzo	15	Hornblenda	1	
		Muscovita	15	Oxidos	1	
		Feldespatos	10	Granates	3	
				Feldespatos	7	
DESCRIPCION CUALITATIVA				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Lepidogranoporfidoblástica				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
Microtexturas de deformación: Foliación				Cuarzos Granates	Euhedral	
Microestructuras: Porfidoblastos cinemáticos					Subhedral	
Tipo de Alteración: Cloritización					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemático:				Resultado cinemático: De tipo Dextral		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica: Granate				Roca original (protolito); Arenisca/ Pelita		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Esquisto Clorítico con Granates						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

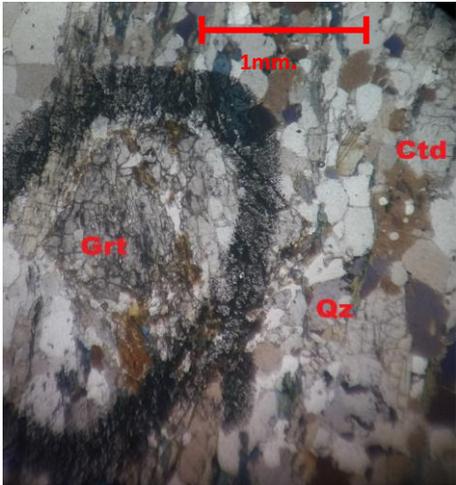
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (J027)

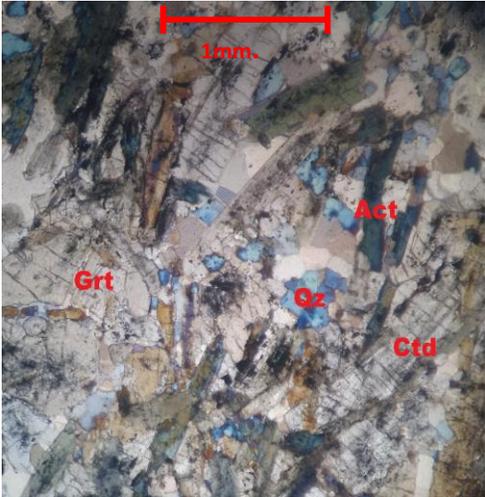
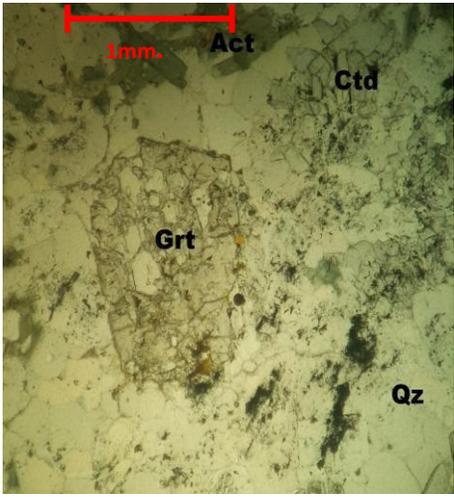
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Opacos 10%
Calcita	40	Cuarzo	30			
		Dolomita	10			
		Muscovita	10			
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Granoblástica Microtexturas de deformación: Lineación Mineral Microestructuras: migración de bordes de granos Tipo de Alteración: Dolomitización.				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Dolomita	Euhedral	
				Cuarzo	Subhedral	
					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Caliza		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Mármol rico en Sílice						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		

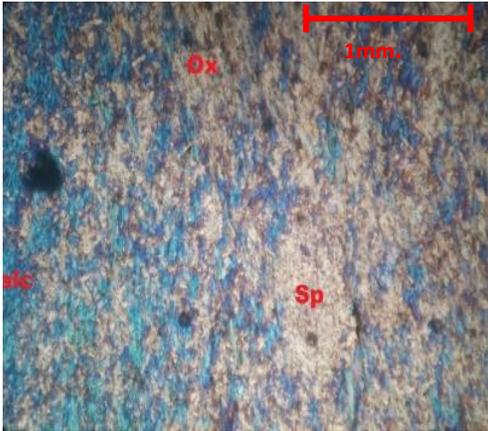
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (J034)

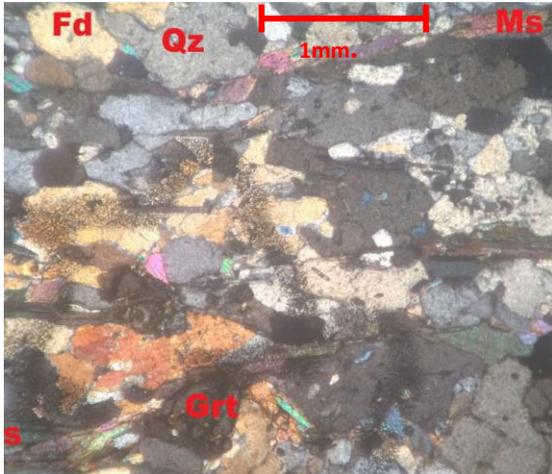
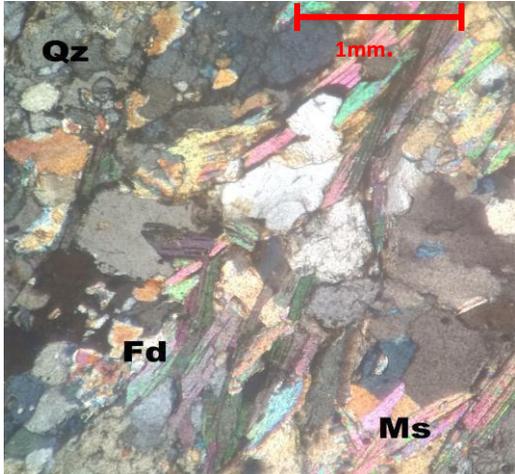
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Opacos 3% -Total de Anfiboles + Granate 71%
Actinolita	45	Granate	15	Cloritoide	2	
Tremolita	10	Cuarzo	10	Clorita	1	
Hornblenda	1	Feldespato	07			
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Nematoporfidoblástica Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: Minerales sintectónicos, porfidoblastos cinemáticos Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Granate, Cuarzos	Euhedral	
					Subhedral	
					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático: Dextral		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica: Granate				Roca original (protolito): Hornblendita		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Anfibolita con Granates						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

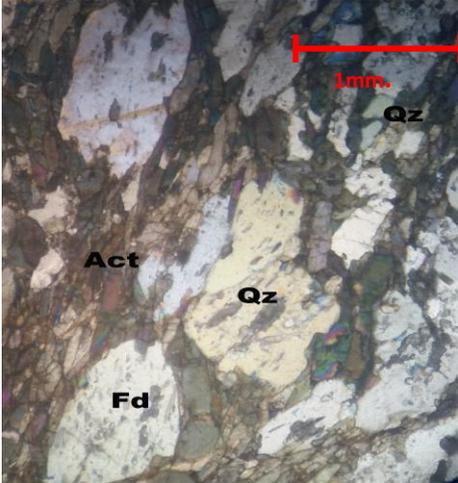
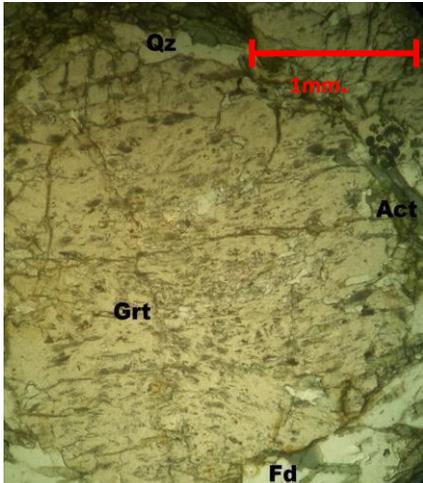
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (J036)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	
Serpentina	40	Pirrolusita	20%			
Talco	40					
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Lepidoblástica				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
Microtexturas de deformación				Talco	Euhedral	
Microestructuras:					Subhedral	
Tipo de Alteración: Oxidación, saponificación.					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático:		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Peridotita		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Serpentinita						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

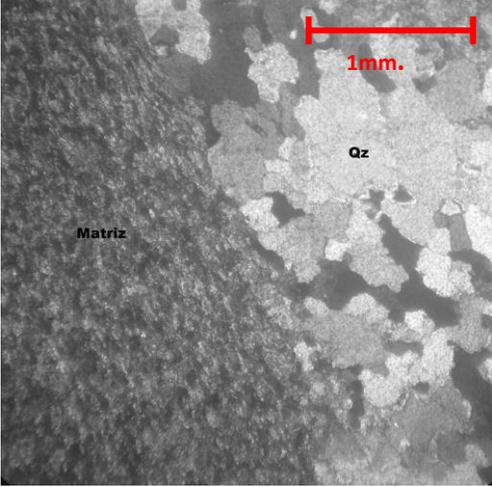
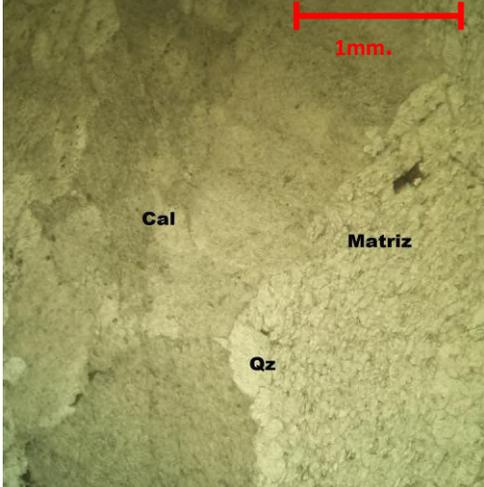
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P001)						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Total Ctd+Grt+Anfc: 57%
Cuarzo	40			Muscovita	1	
Cloritoide	30			Granates	2	
Actinolita	25					
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Granonematolepidoblástica Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: migración de bordes de granos, objetos cinemáticos Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Cuarzo, Granates	Euhedral	
					Subhedral	
				Anhedral		
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático: Dextral		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica: Granate				Roca original (protolito): Arcillas		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Esquisto con Cloritoide						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA		
						

DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P001')						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Opacos 1% Total de Ctd+Anf+Grt: 41%
Cuarzo	50	Moscovita	7	Clorita	1	
Cloritoide	20			Granate	1	
Actinolita	20					
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Granonematolepidoblástica Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: migración de borde de granos Tipo de Alteración: Cloritización				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Actinolita	Euhedral	
					Subhedral	
				Cuarzo	Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático: Sinestral		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica: Clorita				Roca original (protolito): Arcilla		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Esquisto con Cloritoides						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

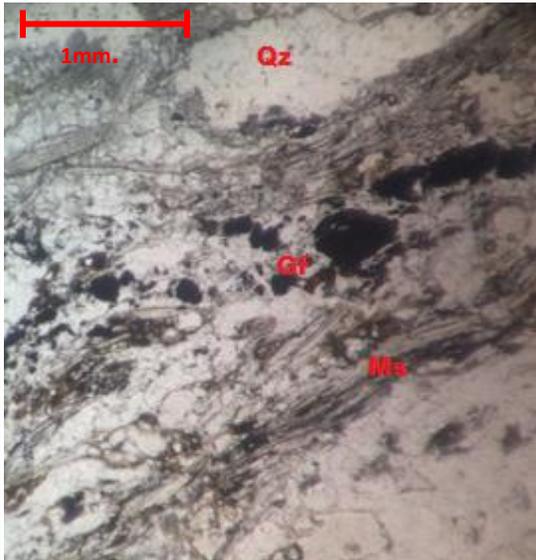
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P003)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Ópacos (5%)
Serpentina	60	Talco Oxido	25 10			
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Lepidoblástica, Microcristalina Microtexturas de deformación: Crenulación. Microestructuras: Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Talco	Euhedral	
					Subhedral	
					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático:		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Peridotita		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Serpentinita						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P004)							
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:	
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Opacos (3%) Total de Grt+Fd+Ms: 15%	
Cuarzo	80	Feldespato	10	Moscovita	3		
				Granates	2		
				Oxidos	2		
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO			
Microtextura: Granolepidoblástica Microtexturas de deformación: Microestructuras: migración de bordes de granos. Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)	
				Cuarzo, Feldespato		Euhedral	
						Subhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático:			
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio			
Zona Metamórfica: Granate?				Roca original (protolito); Grawaca			
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Gneis de Cuarzo y Feldespato							
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)			
							

DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P021)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Total de Grt+Fd+Qz: 37%
Actinolita	50	Cuarzo	20	Tremolita Oxidos	3 3	
		Granate	10			
		Feldespato (Andesina y Labradorita)	7			
		Hornblenda	7			
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Nematogranoporfidoblástica Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: Porfidoblastos cinemáticos Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Anfiboles	Euhedral	
				Granates	Subhedral	
				Qz, y Feldespatos	Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático: Dextral		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica: Granate				Roca original (protolito): Grawaca		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Anfibolita con Granates						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P011)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	
Matriz criptocristalina	80	Cuarzo	10			
		Moscovita	10			
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Granoblástica, microcristalina. Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: Tipo de Alteración: Dolomitización				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Dolomita	Euhedral	
					Subhedral	
Cuarzo	Anhedral					
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático:		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Caliza		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Caliza Marmolizada						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P023)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Ópacos (3%)
Muscovita	70	Cuarzo Feldespatos (Labradorita)	20 7			
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Lepidogranoblástica Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: Porfiroblastos cinemáticos, Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Cuarzo	Euhedral	
					Subhedral	
					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático: Sinestral		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Arcilas		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Esquisto Muscovítico						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		

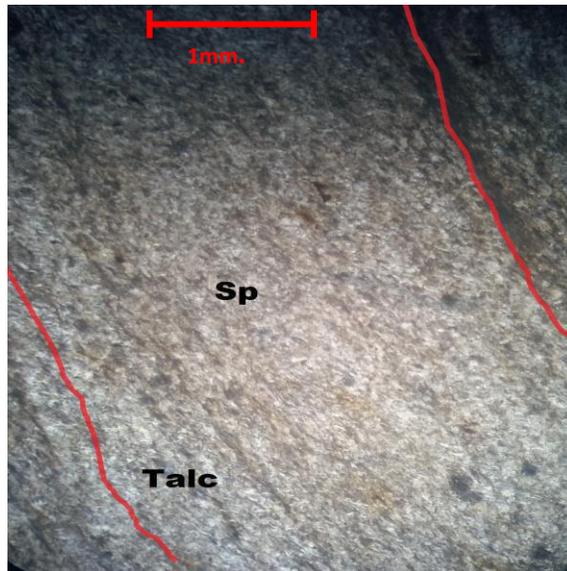
DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P025)						
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	
Cuarzo	70	Muscovita	20	Grafito	5	
				Plagioclasas (Andesina)	5	
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Lepidogranoblástica Microtexturas de deformación: Crenulación Microestructuras: Migración de Bordes de granos, cuarzos ondulantes. Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
					Euhedral	
					Subhedral (Qz)	
		Cuarzo	Anhedral (Qz)			
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático: De tipo dextral.		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Chert		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Metachert						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P008)

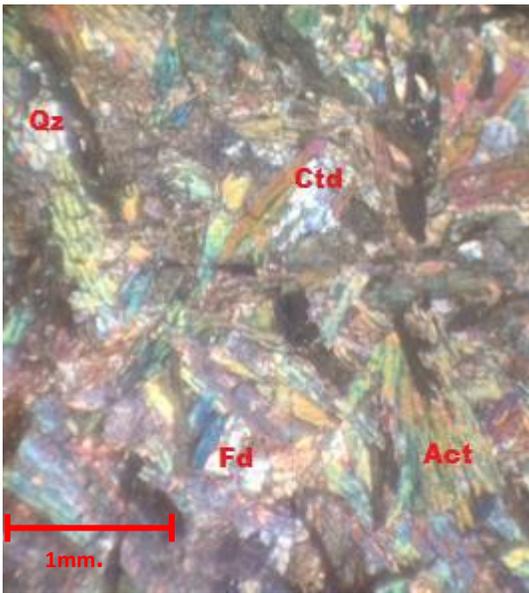
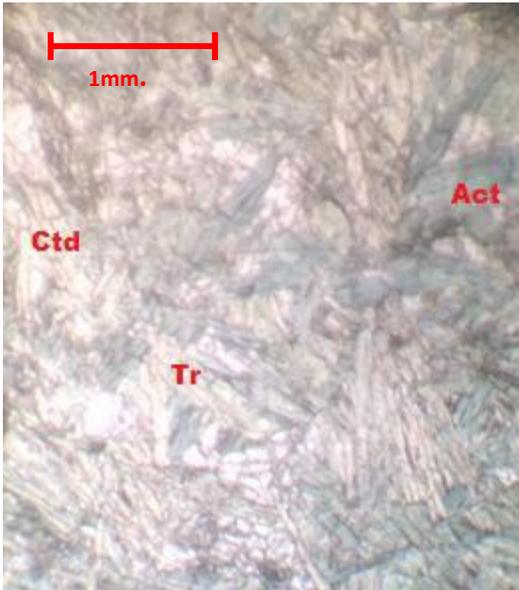
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Ópacos (7%)
Serpentina	70	Oxido	20	Talco	3	
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Lepidoblástica, Microcristalina Microtexturas de deformación: Foliación Microestructuras: Tipo de Alteración: Oxidación				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
				Talco	Euhedral	
					Subhedral	
					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático:		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica:				Roca original (protolito): Peridotita		

CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Serpentinita

MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)



DESCRIPCIÓN MICROSCOPICO (P007)

COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Ópacos (1%) Total de Anfiboles + Ctd + Cl 93%
Actinolita	70	Cloritoide	10	Cuarzo	3	
		Hornblenda	7	Clorita	1	
		Tremolita	5	Oxidos	1	
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO		
Microtextura: Nematolepidoblástica				Mineral	Forma	Tamaño (µm)
Microtexturas de deformación:				Actinolita Tremolita	Euhedral	
Microestructuras:					Subhedral	
Tipo de Alteración: Oxidación					Anhedral	
Geometría e indicadores cinemáticos:				Resultado cinemático:		
Tipo de metamorfismo: Regional				Grado de Metamorfismo: Medio		
Zona Metamórfica: Clorita				Roca original (protolito): Grawaca		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Anfibolita						
MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (XPL)				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA (PPL)		
						

No. 075-2017

**USAC
CUNOR**

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



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

TÉCNICO EN GEOLOGIA

Al trabajo titulado:

GEOLOGIA EN MORAZÁN, EL PROGRESO: DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS METAMÓRFICAS EN LAS ROCAS DE LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SAN CLEMENTE

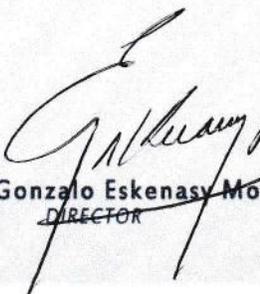
Presentado por el (la) estudiante:

JOSÉ PAULO BARAHONA VALDES

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 28 de Abril de 2017.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR

