

**CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE GEOLOGÍA
TRABAJO DE GRADUACIÓN**



TRABAJO FINAL DE CAMPO

**GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS DE FACIES
METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL
NOROESTE DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL
ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 km² A ESCALA 1:25 000**

DULCE MARÍA ESTHER GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MARZO 2 016

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME FINAL DE TRABAJO FINAL DE CAMPO

**GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS DE FACIES
METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL
NOROESTE DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL
ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 km² A ESCALA 1:25 000**

PRESENTADO AL HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

POR

DULCE MARÍA ESTHER GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

200943373

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

COBAN, ALTA VERAPAZ, MARZO 2 016

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: | Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj |
| REPRESENTANTE EGRESADOS: | Lic. Admón. Fredy Fernando Lemus Morales |
| REPRESENTANTE DE ESTUDIANTES: | Br. Fredy Enrique Gereda Milián PEM: César Oswaldo Bol Cú |

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Fernando Monterroso Trujillo

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

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

REVISOR DE RECACCIÓN Y ESTILO

MSc. Ing. Civil Julio Enrique Reynosa Mejía

REVISOR TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey

ASESOR

Ing. Geól. Sergio David Moran Ical

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-247/2015
5 de agosto de 2015

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

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

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel técnico, de la estudiante **DULCE MARÍA ESTHER GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ**, carné No. **200943373**, titulado: **“GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS DE FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL NOROESTE DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25000”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-01/2016
13 de enero de 2016

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

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

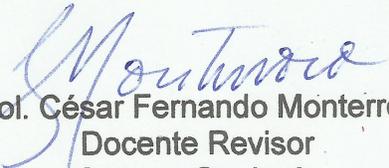
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, de la estudiante **DULCE MARÍA ESTHER GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ**, carné No. **200943373**, titulado: **“GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS DE FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL NOROESTE DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25000”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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

c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-109/2016
05 de abril de 2 016

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**
Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566 600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
c. e.: geologiausac@gmail.com

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

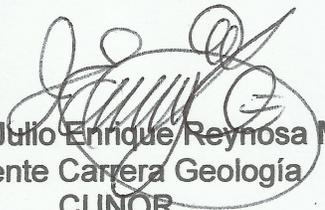
Respetables Señores:

Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS DE FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL NOROESTE DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 km² A ESCALA 1:25000”**, del estudiante **DULCE MARÍA ESTHER GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ**, carné No. **200943373**, 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. Julio Enrique Reynosa Mejía
Docente Carrera Geología
CUNOR



c.c. Archivo.

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado: **GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS DE FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL NOROESTE DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 km² A ESCALA 1:25 000**, como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Geología.



Dulce María Esther González Domínguez

200943373

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajo 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 Sección extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

ACTO QUE DEDICO:

A Dios por ser mi fiel compañía en cada instante de mi vida, por mostrarme su misericordia ante cada adversidad, a mis padres y a mi hija.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por el don de la vida, por que ha estado conmigo a cada paso que doy, así como con la intercesión de la Santísima Virgen María, quienes me han permitido finalizar esta etapa, cuidándome en esos momentos de soledad y otorgándome fortaleza para continuar.

MI PADRE

Mis ojitos lindos, a usted señorón que desde el cielo se ha convertido en mi Ángel Guardián, quien en vida me brindó un claro ejemplo de amor y sacrificio, gracias papito por ser un ejemplo a seguir, un abrazo hasta el cielo.

MI MADRE

Mi motor de vida, mi ejemplo, mi mejor amiga, mi fiel compañía, por estar allí para mí siempre que la he necesitado, quien a la distancia con una simple llamada me ánima a seguir cuando siento desmayar, por su amor, paciencia y sabiduría. Mamita no me alcanzará la vida para agradecerle todo el amor que me ha dado.

MI DULCE ABRIL

Gracias mi gordita por su paciencia, por comprender la distancia que nos tocó vivir, gracias por ser mi fuerza, mis ganas de seguir, por hacerme una mejor persona y una madre orgullosa.

MIS HERMANOS

Chato, Edy, Josué y Mael, porque cada uno a su manera me ha brindado su amor, amistad, consejo y apoyo en todo momento.

MI FAMILIA

Por su cariño y apoyo incondicional.

MIS AMIGOS

Quienes estuvieron conmigo desde el primer día de la Universidad: Carla, Claudia, Estuardo y Manuel, gracias por acompañarme en este recorrido, por apoyarme y brindarme su sincera amistad, cada uno de ustedes sabe lo especiales que son para mí. A mis queridos “Tu Hermana”: Ale, Karen, Libby, Andrea, Javier, Antón, Maco, José, Pablo, Eduardo, Alex, Renato, Eliud, Armando, y José Juan quienes se convirtieron en más que amigos, en una familia para mí, con los que es una dicha compartir y a quienes siempre llevo en mi corazón.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Por ser mi *Alma Mater*, formándome y constituyendo mis conocimientos tanto académicos como personales, para ser una profesional al servicio del país.

LA CARRERA DE GEOLOGÍA

Por abrir el camino que me han permitido conocer mi pasión, por convertirme en un ser humano amante de las bellezas geológicas.

MIS CATEDRÁTICOS

Por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias, quienes a través de su orientación me han guiado en esta etapa de mi vida.

MI ASESOR

Ing. Sergio Morán, por guiarme y ser el facilitador en el logro de esta meta.

MINERA SAN RAFAEL, S.A.

Por abrirme las puertas y apoyarme en el logro de esta meta, por haberme permitido compartir experiencia y aprendizaje en las visitas que realicé, en especial a los departamentos de Geología de Exploración y Geología de Mina por sus consejos y amistad.

A todos ustedes mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-----------------------|------|
| ABREVIATURAS Y SIGLAS | xi |
| RESUMEN | xiii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I MARCO CONCEPTUAL

| | | |
|-------|----------------------------|---|
| 1.1 | Antecedente del problema | 3 |
| 1.2 | Planteamiento del problema | 4 |
| 1.3 | Objetivos | 4 |
| 1.3.1 | General | 4 |
| 1.3.2 | Específicos | 4 |
| 1.4 | Hipótesis | 5 |

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA

| | | |
|-------|-----------------------------|----|
| 2.1 | Localización geográfica | 7 |
| 2.2 | Vías de acceso | 9 |
| 2.3 | Geología regional | 10 |
| 2.3.1 | Litoestratigrafía | 10 |
| a. | Serie Chuacús | 11 |
| b. | Formación San Agustín | 12 |
| c. | Rocas Intrusivas | 12 |
| d. | Formación el Tambor | 13 |
| e. | Volcánico del Cuaternario | 14 |
| 2.3.2 | Tectónica regional | 14 |
| a. | Zona de subducción | 15 |
| b. | Falla Chixoy-Polochic | 16 |
| c. | Falla Motagua-Chamelecón | 17 |
| d. | Falla de Jalpatagua | 19 |
| e. | Graben de Guatemala e Ipala | 20 |
| 2.3.3 | Mapa tectónico regional | 22 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.3.4 | Geomorfología regional | 24 |
| | a. Hidrología | 24 |
| | b. Ordenes de redes de drenaje | 27 |
| | c. Condiciones climáticas y vegetación | 29 |
| | d. Suelos | 31 |
| | e. Relieve | 32 |

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

| | | |
|-------|---------------------------------|----|
| 3.1 | Marco metodológico | 35 |
| 3.1.1 | Recolección bibliográfica | 35 |
| 3.1.2 | Fase de campo | 35 |
| 3.1.3 | Fase de laboratorio | 36 |
| 3.1.4 | Fase de gabinete | 36 |
| 3.1.5 | Recolección de datos y muestreo | 37 |
| | a. Topográficos | 37 |
| | b. Geológicos | 37 |
| 3.1.6 | Análisis de datos | 38 |
| | a. Cualitativos | 38 |
| | b. Cuantitativos | 38 |

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Estratigrafía local | 39 |
| 4.1.1 | Unidad de Gneis Milonítico (Gm) | 39 |
| 4.1.2 | Unidad de Filita (Fi) | 44 |
| 4.1.3 | Unidad de Peridotita Serpentinizada (Ps) | 48 |
| 4.1.4 | Unidad de Mármol (Ma) | 52 |
| 4.1.5 | Unidad de Ceniza Volcánica (Cvol) | 54 |
| 4.1.6 | Unidad de coluvión (Col) | 56 |
| 4.1.7 | Unidad de aluvión (Al) | 57 |
| 4.2 | Geología estructural | 58 |
| 4.2.1 | Foliación | 58 |
| | a. Foliación (S ₁) | 58 |
| | b. Foliación (S ₂) | 62 |
| 4.2.2 | Pliegues | 63 |
| | a. Pliegues asimétricos | 66 |
| 4.2.3 | Lineaciones | 67 |
| | a. Lineación mineral | 67 |
| | b. Ejes de <i>boudinage</i> | 69 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.2.4 | Grietas de tensión | 71 |
| 4.2.5 | Fracturas | 72 |
| 4.2.6 | Fallas | 73 |
| | a. Fallas normales | 74 |
| | i. Normales puras | 74 |
| | ii. Normales dextrales | 75 |
| | b. Fallas inversas | 75 |
| | i. Inversas puras | 76 |
| | ii. Inversas dextrales | 77 |
| | iii. Inversas sinestrales | 77 |
| | c. Fallas de rumbo | 78 |
| | i. Sinestrales inversas | 78 |
| | ii. Sinestrales normales | 78 |
| | iii. Dextrales inversas | 79 |
| | iv. Dextrales normales | 79 |
| 4.3 | Geomorfología local | 80 |
| 4.3.1 | Unidades de origen denudacional | 81 |
| | a. Subunidad de colinas (Col) | 83 |
| | b. Crestas (Cr) | 83 |
| | c. Surcos (Sr) | 84 |
| | d. Subunidad de laderas | 86 |
| | i. Laderas suaves (Lsv) | 85 |
| | ii. Laderas abruptas (Lab) | 87 |
| | iii. Laderas escarpadas (Les) | 88 |
| | e. Movimiento de ladera | 89 |
| | i. Caída de roca (CRx) | 90 |
| | ii. Deslizamiento de tipo rotacional (DRot) | 91 |
| 4.3.2 | Unidad de origen antrópico denudacional | 92 |
| | a. Subunidad de canteras (Can) | 92 |
| 4.3.3 | Unidad de origen agradacional | 93 |
| | a. Subunidad de valles coluvionales-aluvionales (Col-Al) | 93 |
| | b. Terrazas (Ter) | 94 |

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

| | | |
|-----|-----------------------------------|-----|
| 5.1 | Estratigrafía local | 97 |
| 5.2 | Facies metamórficas | 100 |
| 5.3 | Geología estructural | 106 |
| | 5.3.1 Foliación (S ₁) | 107 |
| | 5.3.2 Foliación (S ₂) | 109 |

| | | |
|-------|-----------------------------|-----|
| 5.3.3 | Lineaciones | 111 |
| | a. Ejes de pliegue | 111 |
| | b. Lineación mineral | 112 |
| | c. Ejes de <i>boudinage</i> | 113 |
| 5.3.4 | Grietas de tensión | 114 |
| 5.3.5 | Fracturas | 115 |
| 5.3.6 | Fallas | 116 |
| | a. Fallas normales | 117 |
| | b. Fallas inversas | 119 |
| | c. Fallas de rumbo | 121 |
| 5.3.7 | Modelo estructural local | 123 |
| | a. Dominio dúctil | 123 |
| | b. Dominio frágil | 126 |
| 5.4 | Análisis geomorfológico | 128 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|-----------------|-----|
| Conclusiones | 131 |
| General | 131 |
| Específicas | 131 |
| Recomendaciones | 133 |

| | |
|---------------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA | 135 |
|---------------------|-----|

ANEXOS

| | | |
|---|---------------------------------------|-----|
| 1 | Mapa geológico | 139 |
| 2 | Perfil A-A' | 141 |
| 3 | Perfil B-B' | 143 |
| 4 | Mapa geomorfológico | 145 |
| 5 | Mapa de facies | 147 |
| 6 | Mapa de muestras | 149 |
| 7 | Descripción petrográfica | 151 |
| 8 | Base estructural del área de estudios | 167 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Principales vías de acceso | 9 |
| 2 | Columna geológica generalizada del cuadrángulo El Progreso | 15 |
| 3 | Elipse de deformación sinistral teórica (Modelo teórico de la falla Cuilco-Chixoy-Polochic) | 19 |

| | | |
|----|---|-----|
| 4 | Elipse de deformación dextral teórica (Modelo teórico de la falla Jalpatagua) | 20 |
| 5 | Elipse de deformación graben de Guatemala e Ipala | 21 |
| 6 | Modelo teórico de orden de redes de drenaje | 27 |
| 7 | Ecorregiones terrestres de Guatemala | 30 |
| 8 | Estereograma de foliaciones S_1 de las distintas unidades | 61 |
| 9 | Estereograma de foliaciones S_2 de las Unidades de Gneis Milonítico y Filita | 63 |
| 10 | Estereograma de los ejes de pliegue de las Unidades de Gneis Milonítico y Filita | 66 |
| 11 | Representación estereográfica de la lineación mineral | 69 |
| 12 | Estereograma de ejes de <i>boudinage</i> en las Unidades de Gneis Milonítico y Filita | 70 |
| 13 | Estereograma de grietas de tensión de las Unidades de Gneis Milonítico y Filita | 72 |
| 14 | Diagrama de roseta de las principales familias de fractura del área | 73 |
| 15 | Columna litoestratigráfica local | 100 |
| 16 | Esquema de temperatura y presión de las anfibolitas | 103 |
| 17 | Esquema de temperatura y presión de los esquistos verdes | 106 |
| 18 | Diagramas de rosas de los planos de foliación S_1 de las distintas unidades litológicas | 108 |
| 19 | Diagrama de rosas de los planos de foliación S_2 de las distintas unidades litológicas | 110 |
| 20 | Diagrama de rosas de ejes de pliegue | 111 |
| 21 | Diagrama de rosas de la lineación mineral | 112 |
| 22 | Diagrama de rosas de los ejes de <i>boudinage</i> | 113 |
| 23 | Diagrama de rosas de las grietas de tensión | 114 |
| 24 | Diagrama de rosas de las fracturas en las distintas unidades litoestratigráficas | 116 |
| 25 | Estereograma de fallas normales | 118 |
| 26 | Estereograma de fallas inversas | 120 |
| 27 | Estereograma de fallas de rumbo | 122 |
| 28 | Orientación del dominio dúctil | 125 |
| 29 | Modelo dinámico para estructuras del dominio dúctil | 126 |
| 30 | Estereograma de orientaciones de esfuerzos del dominio frágil | 127 |
| 31 | Modelo dinámico para estructuras del dominio frágil | 127 |
| 32 | Modelo estructural local | 128 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Afloramiento que muestra el contacto entre el gneis milonítico y la filita con una orientación de N080°, ubicada en las coordenadas <i>UTM</i> 192788E, 1655671N | 40 |
| 2 | Afloramiento de gneis milonítico con distintas unidades estructurales localizado en la parte norte del área, río Uyús, ubicada en las coordenadas <i>UTM</i> : 193511E, 1655354N | 41 |
| 3 | Lámina delgadas de gneis milonítico vista XPL | 44 |
| 4 | Filita ubicada en la quebrada al norte de la carretera CA-9, exponiendo planos de foliación | 45 |
| 5 | Lámina delgadas de la Unidad de Filita, muestra DG-004, DG-027 Y DG-017 vista XPL | 47 |
| 6 | Peridotita serpentinizada expuesta en la carretera CA-9, en las coordenadas <i>UTM</i> : 1931118E, 1653176N | 49 |
| 7 | Brecha de peridotita ubicada en la carretera CA-9, con fragmentos de peridotita en las coordenadas <i>UTM</i> 195263E, 1654486N | 50 |
| 8 | Lente de anfibolita en la Unidad de Peridotita Serpentinizada, ubicada en la CA-9 en las coordenadas <i>UTM</i> 196228E, 1655069N | 51 |
| 9 | Lámina delgada de peridotita serpentinizada DG-039 y anfibolita DG-020 vista XPL | 52 |
| 10 | Afloramiento de mármol con orientación 15°/N330, ubicado en el cerro Uyús en las coordenadas <i>UTM</i> 195575E, 165416N | 53 |
| 11 | Lámina delgada de mármol, DG-024, vista XPL | 54 |
| 12 | Afloramiento de ceniza volcánica localizada en la carretera CA-9, en las coordenadas <i>UTM</i> 192430E, 1652203N | 55 |
| 13 | Unidad de Coluvión ubicada en finca Chactún, en las coordenadas <i>UTM</i> 191468E, 1653970N | 56 |
| 14 | Unidad de Aluvión localizada en la parte sur del área, en la carretera CA-9 en las coordenadas <i>UTM</i> 192030E, 1652303N | 57 |
| 15 | Afloramientos de las distintas unidades litológicas que presentan planos de foliación S_1 | 60 |
| 16 | Foliación S_2 en la Unidad de Filita localizada en la finca Chactún | 62 |
| 17 | Plegamiento antiformal moderadamente inclinado con inmersión suave en la Unidad de Gneis Milonítico | 64 |

| | | |
|----|---|----|
| 18 | Pliegues asimétrico tipo “s” en la Unidad de Gneis Milonítico en el río Uyús, en las coordenadas <i>UTM</i> : 193282E, 16558827N | 67 |
| 19 | Lineación mineral en la Unidad de Gneis Milonítico sobre el río Uyús | 68 |
| 20 | <i>Boudinage</i> en la Unidad de Filita en el río Uyús, incrustados en un plano 12/N170 en las coordenadas <i>UTM</i> : 194368E, 1654699N | 70 |
| 21 | Grietas de tensión en Gneis Milonítico en las cercanías del río Uyús, ubicada en las coordenadas <i>UTM</i> : 193511E, 1655354N | 71 |
| 22 | Falla normal en la Unidad de Gneis Milonítico, ubicada al norte del río Uyús en las coordenadas <i>UTM</i> : 193340E, 1655795N | 74 |
| 23 | Falla inversa en la Unidad de Peridotita Serpentinizada, ubicada en la finca el Coco, en las coordenadas <i>UTM</i> : 194865E, 1654127N | 76 |
| 24 | Subunidad de colinas localizada al norte del área | 83 |
| 25 | Crestas, vista hacia el río Uyús | 84 |
| 26 | Surcos en peridotita serpentizada ubicada en las coordenadas <i>UTM</i> : 191072E, 1655571N | 85 |
| 27 | Subunidad de laderas en la parte central del área | 86 |
| 28 | Laderas suaves en Unidad de Peridotita Serpentinizada | 87 |
| 29 | Laderas abruptas en el río Uyús | 88 |
| 30 | Laderas escarpadas en la parte norte del área, finca El Palmar | 89 |
| 31 | Caída de rocas en el la carretera CA-9 | 90 |
| 32 | Deslizamiento de tipo rotacional ubicado en la carretera CA-9 | 91 |
| 33 | Canteras de filita y de mármol | 93 |
| 34 | Subunidad de aluvión | 94 |
| 35 | Subunidad de terrazas en el río Uyús | 95 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Ubicación regional y topografía del área | 8 |
| 2 | Vías de acceso del área de estudio | 10 |
| 3 | Tectónico centroamericano | 22 |
| 4 | Estructural regional de Guatemala | 23 |
| 5 | Redes de drenaje | 26 |
| 6 | Ordenes de redes de drenaje | 28 |
| 7 | Relieve | 33 |

| | | |
|----|--|-----|
| 8 | Densidad de pendientes regional y pendientes del área de estudio | 82 |
| 9 | Geológico | 139 |
| 10 | Geomorfológico | 145 |
| 11 | Facies | 147 |
| 12 | Muestras | 149 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | Ubicación coordenadas UTM del área | 7 |
| 2 | Serie de suelos presentes en San Cristóbal Acasaguastlán | 31 |
| 3 | Contenido mineral y porcentaje de las secciones delgadas de la Unidad de Gneis Milonítico (Gm) | 43 |
| 4 | Contenido mineral y porcentaje de las secciones delgadas de las filitas | 46 |
| 5 | Relación espacial de la ceniza volcánica | 55 |
| 6 | Clasificación de tipos de pliegues según su ángulo de inmersión | 65 |
| 7 | Fallas normales puras | 75 |
| 8 | Fallas normales dextral | 75 |
| 9 | Fallas inversas puras | 76 |
| 10 | Fallas inversas dextral | 77 |
| 11 | Fallas inversas sinestrales | 77 |
| 12 | Fallas sinestrales inversas | 78 |
| 13 | Falla sinestral normal | 79 |
| 14 | Fallas dextrales inversas | 79 |
| 15 | Falla dextral normal | 80 |
| 16 | Relación de las unidades geomorfológicas, subunidades y geoformas | 80 |
| 17 | Grados de inclinación de pendientes según umbrales morfodinámicos | 81 |
| 18 | Caídas de roca en el área | 90 |
| 19 | Deslizamiento rotacionales | 91 |
| 20 | Contenido mineral y facie mineral a la que pertenece | 101 |
| 21 | Variaciones de las facies de anfibolitas | 102 |
| 22 | Contenido mineral y facie mineral a la que corresponde | 104 |
| 23 | Variaciones en las facies de esquistos verdes | 105 |
| 24 | Esfuerzos principales en foliación S ₁ | 109 |
| 25 | Esfuerzos principales en la foliación S ₂ | 110 |
| 26 | Esfuerzos principales en ejes de pliegues | 112 |
| 27 | Esfuerzos principales en la lineación mineral | 113 |

| | | |
|----|---|-----|
| 28 | Esfuerzos principales en los ejes de <i>boudinages</i> | 114 |
| 29 | Esfuerzos principales en las grietas de tensión | 115 |
| 30 | Esfuerzos principales en las familias de fallas normales | 119 |
| 31 | Esfuerzos principales en las familias de fallas inversas | 121 |
| 32 | Esfuerzos principales en las familias de fallas de rumbo | 123 |
| 33 | Dinámica de esfuerzos para estructuras del dominio dúctil dextral | 124 |
| 34 | Dinámica de esfuerzos para estructuras del dominio dúctil sinestral | 124 |

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Abreviatura

| | |
|-----------------|--|
| Al | Unidad de Aluvión |
| Alb | albita |
| Anf | anfíboles |
| Bio | biotita |
| Bp | Brecha de Peridotita |
| Can | Subunidad de canteras |
| Cl | calcita |
| Crx | caída de roca |
| Cv | Unidad de Ceniza Volcánica |
| Clr | clorita |
| Col | Unidad de Coluvión |
| Col-Al | Subunidad de valles coluvionales-aluviales |
| Coli | colinas |
| Cr | crestas |
| Drot | deslizamiento de tipo rotacional |
| Epi | epidota |
| Gm | Unidad de Gneis Milonítico |
| Gr | granate |
| Horn | hornblenda |
| Fel | feldespato |
| Fi | Unidad de Filita |
| Ps | Unidad de Peridotita Serpentinizada |
| km ² | kilómetro cuadrado |
| Lab | Subunidad de ladera abrupta |
| Les | Subunidad de ladera escarpada |
| LSv | Subunidad de ladera suave |
| M | Metros |
| mm | Milímetros |
| Ma | Unidad de Mármol |
| Mtz | Matriz |
| msnm | metros sobre el nivel del mar |
| Mic | Microclina |

| | |
|----------------|---|
| Mscv | Moscovita |
| Op | Opacos |
| Orx | Ortopiroxenos |
| Qtz | Cuarzo |
| Sp | serpentinita |
| S ₁ | Foliación |
| S ₂ | crenulación |
| Ter | terrazas |
| UTM | Coordenadas universales transversales de Mercator |
| Val | valles coluvio-aluvionales |
| XPL | luz polarizada cruzada |

RESUMEN

El área de estudio se encuentra localizada al noroeste de la cabecera municipal de San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso, ubicada como parte de la cuenca del río Motagua en las riberas del río Uyús.

Durante esta investigación se realizó un cartografiado geológico para identificar las unidades litoestratigráficas, sus relaciones estructurales, geomorfológicas y mineralógicas.

Litológicamente el área de estudio cuenta con unidades que van en secuencia de la más antigua a la más reciente como siguen: Unidad de Gneis Milonítico (Gm), Filita (Fi), Peridotita Serpentinizada (Ps), Brecha de Peridotita (Bp), Mármol (Ma), Ceniza Volcánica (Cv), Coluvión (Col) y Aluvión (Al).

Petrográficamente estas unidades presentan relaciones mineralógicas de cuarzo + feldespato + moscovita + biotita + granate + anfiboles, así como cuarzo + biotita + clorita + moscovita + feldespato, por lo que la formación de los minerales varía en temperaturas y presiones medias bajas a medias altas correspondiendo a facies de Anfibolitas en la Unidad de Gneis Milonítico y Esquistos Verdes en las Unidades de Filita, Peridotita Serpentinizada y Mármol.

Estructuralmente las unidades se han dividido en dominio dúctil (foliaciones S_1 y S_2 , ejes de pliegue, lineación mineral y ejes de *boudinages*), y en dominio frágil (grietas de tensión, fracturas y fallas), representando la dinámica local del área.

Geomorfológicamente fueron localizadas subunidades relacionadas principalmente con procesos de erosión y deposición, estas son: Crestas (Cr) Colinas (Col), Laderas Escarpadas (Les), Laderas Abruptas (Lab), Laderas Leves (Lle), Movimientos de Ladera, Surcos (Sr), Valles Coluvio-Aluvionales (Val) y Terrazas (Ter).

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: Análisis de Facies Metamórficas de las unidades litodémicas, al noroeste del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán en un área de 20 km² a escala 1:25 000, se ha constituido como una investigación científica que consta de cinco capítulos donde se plantean los aspectos que se tomaron en cuenta para su desarrollo.

En el capítulo I se describen la razón de ser del presente trabajo, es decir los antecedentes y el planteamiento del problema, así como los objetivos tanto generales como específicos y finalmente la hipótesis que sugiere las investigaciones previas.

En el capítulo II se define la ubicación, localización y condiciones del área tanto climáticas, edáficas, hidrológicas, así como los aspectos geológicos relevantes como la tectónica y la geomorfología.

En el capítulo III se exponen las técnicas y métodos que se utilizaron durante el desarrollo de la investigación, las cuales se han dividido para su alcance en etapas como recopilación bibliográfica, campo, laboratorio y gabinete.

El capítulo IV describe las actividades realizadas, los avances que se tuvieron durante la recopilación de datos en el campo, se detalla en ésta las unidades litológicas, estructuras y geomorfológicas encontradas en el área de investigación.

El capítulo IV describe el análisis de las actividades realizadas, que tiene como fin llevar al logro de los objetivos propuestos y de esta forma enfatizar de manera científica dichos logros.

En las páginas finales de este informe se describen las conclusiones que se han determinado por el desarrollo de cada uno de los capítulos citados con anterioridad, además se sugieren recomendaciones para la realización de trabajos futuros.

CAPÍTULO I

MARCO CONCEPTUAL

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El área estudio se encuentra localizada al noroeste del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, cuenta con una extensión de 20 km². Investigaciones previas mencionan la diversidad litológica del área de estudio que presenta rocas de distintas formaciones.

El primer trabajo geológico detallado cerca del área fue efectuado por Thomas Hirschmann (1963). Consistió en un estudio estratigráfico de secuencias de capas de rocas expuestas en el valle del Motagua, incluyendo un servicio de reconocimiento del área estudiada por Bosc.

McBirney (1963) fue el primero en describir en detalle la secuencia de rocas metamórficas y ultrabásicas que conforman en general la Sierra de las Minas.

Williams, McBirney y Dengo (1964), incluyen parte del área en un estudio de reconocimiento del sureste de Guatemala y describen un granito y una secuencia de rocas verdes al sur del valle de del Motagua.

Mapas base topográficos 1:50 000 fueron realizados en el sureste de Guatemala por estudiantes de la Universidad de Rice, Burkart (1965) y Crane (1965), Clemons (1966) de la Universidad de Texas. Carvalho (1967) estudió la jadeíta en el cuadrángulo de San Agustín

Acasaguastlán, Reeves (1967) mapeó parte del cuadrángulo El Progreso, ambos estudiantes de la Universidad de Rice (Bosc, 1971).

La investigación más detallada publicada recientemente fue realizada al norte de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso por el ingeniero Sergio David Moran Ical (1993), afirma que las unidades que afloran en el sitio de estudio son: Rocas Ultramáficas, Formación el Tambor, compuesta de filitas y Formación San Agustín representada por esquistos milonítico y milonita, estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las asociaciones mineralógicas y las texturas que definen las facies metamórficas que se presentan en las unidades litodémicas del área?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Analizar petrográficamente las unidades litodémicas que afloran en el área de estudio.

1.3.2 Específicos

1.3.2.1 Distinguir las rocas del área de estudio por medio de criterios petrográficos para puntualizar los contactos y su distribución espacial.

1.3.2.2 Determinar el grado de deformación textural de las rocas milóníticas presentes en el área.

1.3.2.3 Diferenciar las variaciones de asociaciones mineralógicas de las rocas del área de estudio para definir el tipo de facies a la que corresponden.

1.4 HIPÓTESIS

Según las características petrográficas, las unidades en el área corresponden a rocas metamórficas que presentan texturas con foliación y cataclásticas, así como a facies de esquistos verdes con asociaciones minerales de moscovita-clorita-cuarzo y albita-epidota-cuarzo, hasta facies de anfibolita con asociaciones de hornblenda-plagioclasa.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA

2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

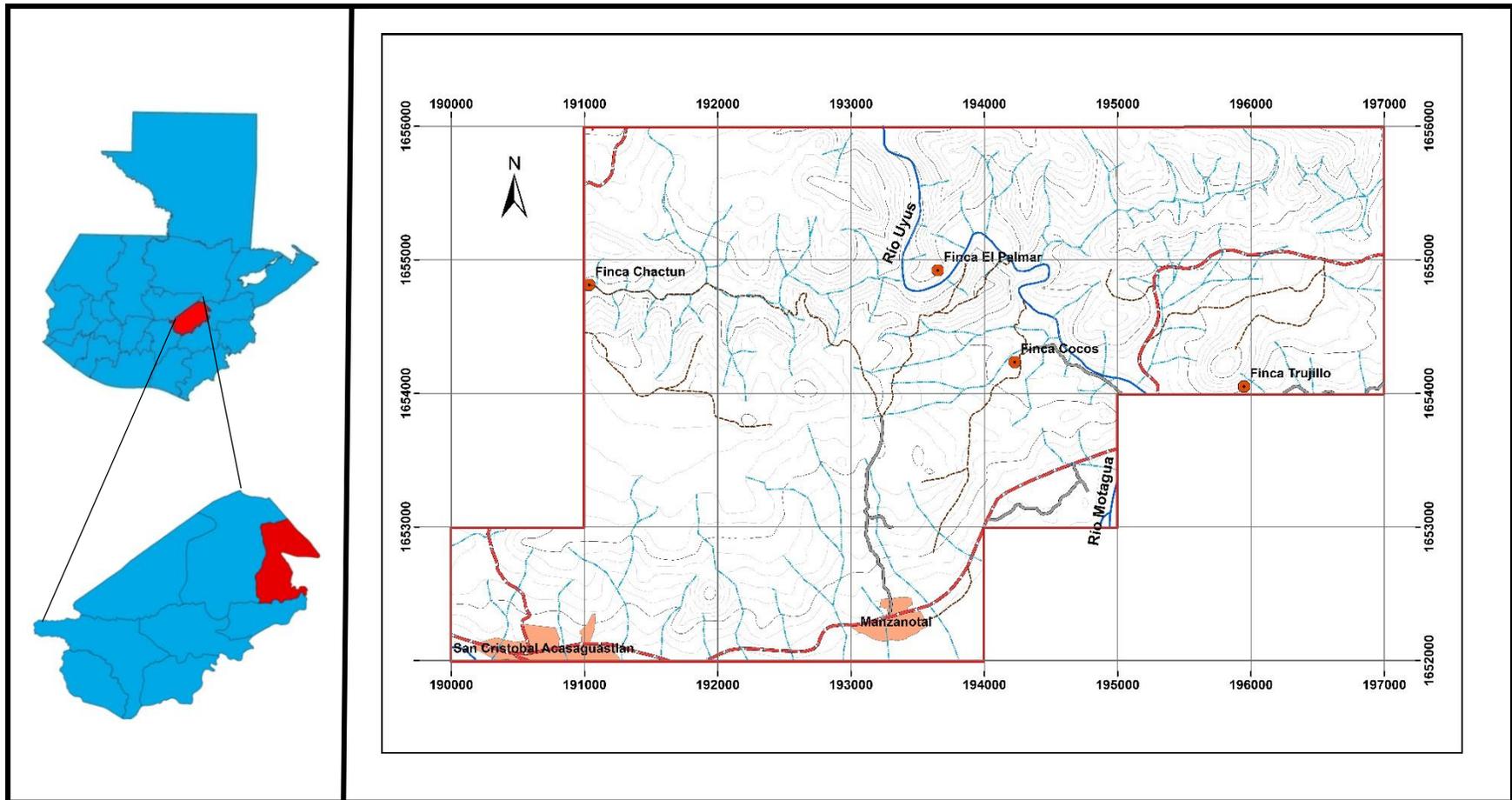
El área de estudio se encuentra ubicada al norte del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso de la región nororiente de la República de Guatemala, (Mapa 1). Comprende una extensión territorial de 20 km², localizada en la hoja topográfica San Agustín Acasaguastlán, referencia 2260 IV, escala 1:50 000, del Instituto Geográfico Nacional -IGN-. Delimitada por las coordenadas UTM WGS84 (Tabla 1) siguientes:

TABLA 1
UBICACIÓN COORDENADAS UTM DEL ÁREA

| VÉRTICE | NORTE | ESTE |
|----------|---------|--------|
| A | 1656000 | 191000 |
| B | 1656000 | 197000 |
| C | 1654000 | 197000 |
| D | 1654000 | 195000 |
| E | 1653000 | 195000 |
| F | 1653000 | 194000 |
| G | 1652000 | 194000 |
| H | 1652000 | 190000 |
| I | 1652000 | 190000 |
| J | 1653000 | 191000 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

MAPA 1 UBICACIÓN REGIONAL Y TOPOGRAFÍA DEL ÁREA

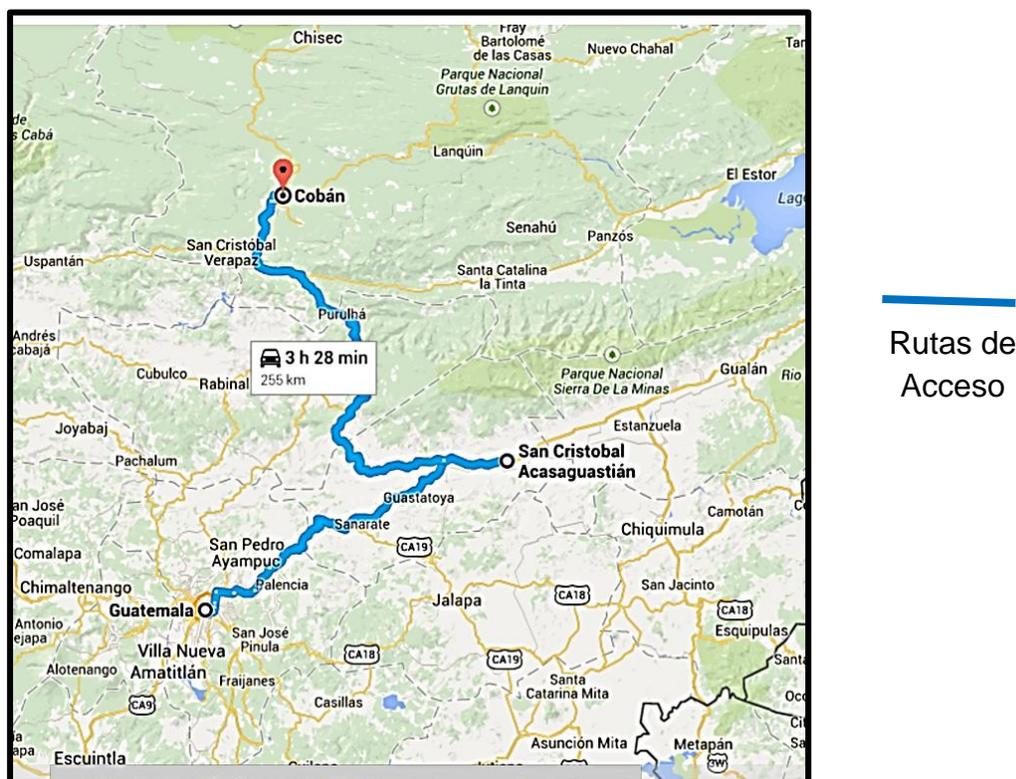


Fuente: Investigación de campo. Año 2013

2.2 VÍAS DE ACCESO

Hacia la localidad se accesa desde la ciudad capital a través de la carretera CA-9 que conduce a Puerto Barrios. La distancia que se contempla desde la ciudad de Guatemala es de 101 km en carretera asfaltada, y a una distancia de 28 km partiendo de la cabecera departamental Guastatoya, departamento de El Progreso, hasta la zona de estudio. De la ciudad de Cobán se ubica a una distancia de 141 km partiendo de dicha referencia, por la carretera CA-14 hasta el Rancho (El Progreso), a continuación la carretera CA-9 hacia el Atlántico. (Figura 1).

**FIGURA 1
PRINCIPALES VÍAS DE ACCESO**

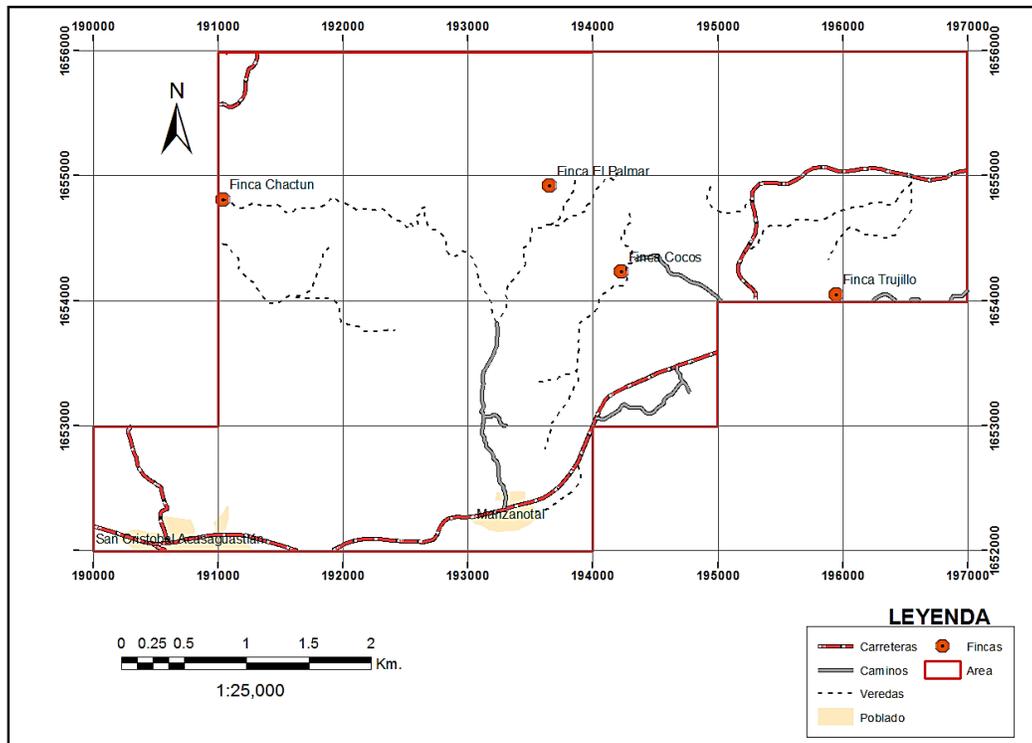


Fuente: Modificado de: <http://maps.google.com.gt> Año 2013

La carretera principal con que se cuentan es la CA-9, con veredas y caminos hacia la aldea Estancia de la Virgen, y finca El Palmar; desde el

Manzanotal ambas se ramifican como carreteras de segundo orden, las cuales se caracterizan por ser de terracería y ser transitables tanto en estación seca como en invierno.

MAPA 2 VÍAS DE ACCESO DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

2.3 GEOLOGÍA REGIONAL

2.3.1 Litoestratigrafía

Las diferentes unidades litológicas que afloran en el área han sido denominadas Cuadrángulo San Agustín Acasaguastlán, estudiadas por la Universidad de Rice (1968-69); Se hace una breve descripción de las unidades litológicas; desde la más antigua son:

a. Serie Chuacús

Fue propuesto por McBirney (1963)¹ con el término “Serie Chuacús” como una secuencia de que se extienden a todo lo largo de la Cordillera Central de Guatemala, al norte del Sistema Motagua.

Esta Serie, que otros autores prefieren denominar Grupo (Kessler 1970, Van de Boom, 1972), incluye esquistos, gneis, anfibolitas y mármoles.

Se extiende a lo largo de una traza de rocas de tendencia este-oeste, limitada al sur por la zona de falla del Motagua, la cual lo separa de varios tipos de rocas sedimentarias del Terciario y Cuaternario, así como rocas máficas. Hacia el este, en las montañas del Mico, está cubierto por el Grupo Santa Rosa, ya sea por fallamiento o por disconformidad. El límite norte del Grupo varía con relación fallada o por disconformidad ya sea con rocas sedimentarias del Jurásico-Cretácico Inferior o con el Grupo Santa Rosa (McBirney, 1963).

Newcomb (1975), describe una parte importante de la Formación San Agustín consistente en una banda angosta de rocas migmatíticas, caracterizadas por capas melanocráticas y leucocráticas bien desarrolladas e intensamente deformadas.

¹Chiquin Yoj, Mauricio. *Traducción “Léxico Estratigráfico Preliminar de Guatemala Norte y Centro”*. Cobán Alta Verapaz, Guatemala. Carrera de Geología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1 985.

b. Formación San Agustín

Newcomb (1975) describe la formación San Agustín como un miembro del Grupo Chuacús. El autor la caracteriza como un grupo de gneises cataclásticos y en menor término migmatitas.

Bosc (1971), la describe como:

“Serie de rocas esquistosas miloníticas gris claro a café claro de grano medio a fino. Su espesor observado alcanza los 150 metros, sin embargo no se muestra su contacto inferior, mientras sobre esta unidad descansan disconformemente tanto serpentinitas dislocadas como capas rojas, esquistos verdes y anfibolitas”.

En el área aparece como una banda alineada, paralela a la Falla Motagua y su litología por su fuerte foliación y constante plegamientos.

c. Rocas Intrusivas

En la parte central y norte del área se presentan extensamente afloramientos de peridotitas con diferente grado de serpentización. De acuerdo con Bosc (1971):

“Rocas intrusivas en San Agustín Acasaguastlán y El Cuadrángulo El Progreso consisten en rocas Ultramáficas, (principalmente serpentinitas y peridotitas serpentizadas) en un extremo y dioritas a granitos en los demás, afloramientos de los dos extremos son excluyentes entre sí y están separados en bloques paralelos controlados por fallas paralelas a la predominante estructuras regionales.

Peridotitas: Peridotitas expuestas a través de las diferentes etapas de serpentización constituyen casi el 25 por ciento de los afloramientos en el área asignada. Estos se pueden rastrear fácilmente en superficie por el desarrollo del suelo de color marrón rojizo casi estéril, suelos limoníticos que tienen a nivel local un aspecto escarpado y por lo general no aptos para la agricultura.

Peridotitas completamente serpentizadas ocurren cerca de los contactos con las unidades adyacentes y a lo largo de las principales zonas de cizalla en el Valle del Motagua, estos tienen una fuerte foliación en las proximidades de los planos y son paralelos a este último. Además de las características mencionadas anteriormente polvo de magnesita y venas de sílice opalina forman una intrincada red a lo largo de la roca fracturas cerca de la superficie. Nódulos magnesita con núcleos de sílice opalina también se producen como productos en la intemperie serpentinitas particularmente en las partes bajas y secas de la zona.”

d. Formación El Tambor

Fue aplicado por primera vez por T. Hirschmann (1963), para denominar:

“Una secuencia de capas rojas que afloran en el área de El Progreso, en el interior de la depresión del Motagua y al sur del Río Motagua. El nombre fue tomado de la población Subinal al norte de la cual se presenta una sección incompleta de la formación.”

Está formada por intercalaciones de areniscas, limolitas de color rojo, lo que denota su origen continental. No se han encontrado restos fósiles, pero se han realizado estudios palinológicos que le han dado una edad Cretácico Superior - Terciario (paleógeno).

Newcomb (1975) la describe como una unidad conglomerática color rojo ladrillo, de bajo sorteo, que contiene predominantemente guijarros de caliza de edad Cretácico ocasionalmente fragmentos de filita.

e. Volcánico Del Cuaternario

Según Bosc (1971):

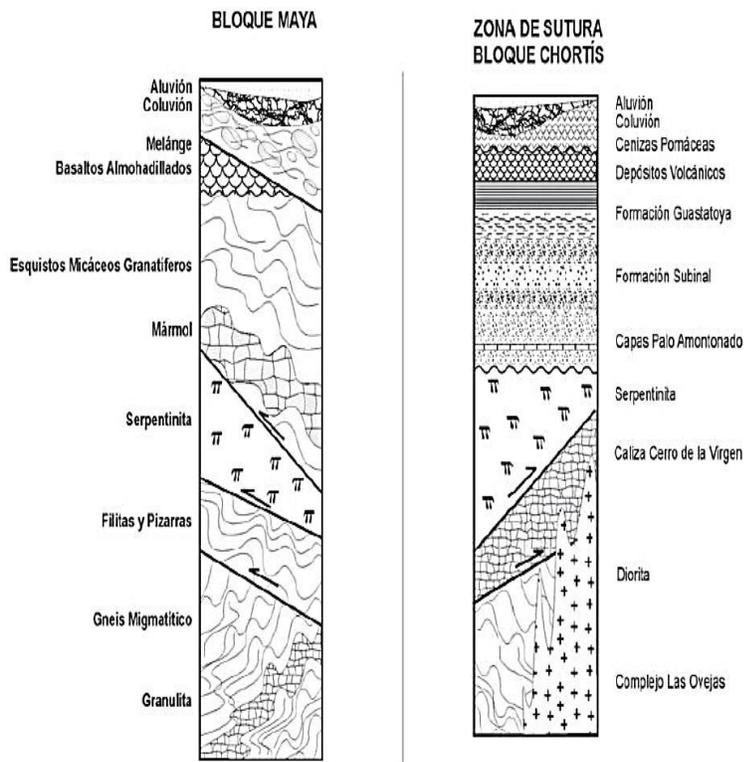
“Las rocas más jóvenes que afloran en la zona son basaltos, ignimbritas riolíticas y dacíticos, ceniza pomácea blanca, y depósitos aluviales.

Basaltos recortar como parches pequeñas a lo largo del lado suroeste del cuadrángulo San Agustín Acasaguastlán posiblemente como restos de los flujos basálticos continuos, que invaden desde la meseta volcánica al sur en el valle y fueron posteriormente bloque depositados y parcialmente erosionado. Con frecuencia se superponen ignimbritas blanquecinas y conglomerados fluviales, mejor expuesta en el Cuadrángulo El Progreso a lo largo de la carretera al Atlántico.”

2.3.2 Tectónica regional

El marco tectónico de Guatemala se caracteriza por la intersección de tres placas tectónicas, cuyo movimiento relativo incluye el motor de los procesos geodinámicos que repercuten en superficie.

FIGURA 2 COLUMNA GEOLÓGICA GENERALIZADA DEL CUADRÁNGULO EL PROGRESO



Fuente: Mauricio Chiquin Yoj. Cartografía geológica del cuadrángulo El Progreso escala 1:50,000.

a. Zona de subducción

Centro América está localizada cerca de la región donde convergen las placas de Norteamérica, Cocos y del Caribe. La subducción de la placa de Cocos debajo de las placas del Caribe y Norteamérica origina numerosos eventos interplaca, este movimiento tiene origen al sur del país, generan la llamada zona de subducción, contribuyen a que se forme el arco volcánico conocido como Cordillera Volcánica Centroamericana. Los desplazamientos relativos de estas placas dan como resultado la actividad volcánica y los movimientos telúricos. Las

discontinuidades corticales antes mencionadas tienen una orientación aproximada este-oeste y cambian a noreste-sureste.

La subducción de la Placa del Coco y su predecesora, la Placa Farallón, bajo las Placas de Norte América y Caribe produjo la Fosa Centro Americana (o Mesoamericana), el arco Centro Americano actual, El Arco Norteamericano y una serie de terremotos a lo largo de las interfases de placas. La porción de material forzado bajo el continente se funde y fluye hacia arriba en zona de debilidad en forma de volcanes y manifestaciones geotermales.

La placa de Cocos varía en edad desde el oeste al este, al mismo tiempo que es subducida en la Trinchera Mesoamericana. En la parte noreste de la placa se estima una edad de 16 Ma y en la parte sureste la edad estimada de la placa es de 25 Ma (Couch y Woodcock, 1981).

b. Falla de Chixoy-Polochic

La falla de Chixoy-Polochic, también conocido como Cuilco-Chixoy-Polochic, es una importante zona de la falla en Guatemala y el suroeste de México. Se ejecuta en un arco de la costa este de Guatemala a Chiapas, a raíz de los profundos valles del río Polochic, río Chixoy y del río Cuilco. La falla de Chixoy-Polochic corre en gran parte paralela a la falla del Motagua situado a unos 80 km hacia el sur. La falla de Chixoy-Polochic separa en gran parte las rocas cristalinas de la Sierra de Chuacús y Sierra de las Minas en el sur, a partir de las rocas sedimentarias de la Sierra de los Cuchumatanes y la Sierra de Chamán hacia el norte. La zona de la falla fue especialmente

activa durante la orogenia Laramide que se produjo durante el Terciario. Mientras que la actividad sísmica reciente es más prominente en la falla del Motagua.², lo que se puede verificar según la figura 3.

c. Falla Motagua-Chamelecón

La falla de Motagua es una falla transformante en Guatemala, que sigue el curso del río Motagua desde la costa del mar Caribe hasta Chichicastenango en el departamento El Quiché.

El valle del Motagua es una zona de sutura, en la cual una serie de sedimentos de basalto oceánico Cretácico reciente (Grupo el Tambor) fue comprimido por unidades continentales metamórficas de alto grado (Serie de Chuacús al norte y Las Ovejas en el sur), en el más reciente evento Cretácico de colisión. Se desconoce el historial de esta zona, pero por la edad del sedimento Cretáceo oceánico reciente y sedimentos pelágicos acumulados en un relativamente estrecho brazo de mar entre las masas de tierra continentales, posiblemente guarde similitud a aquellas de la actual Fosa de Caimán. Al final de los Cretáceos, el brazo de mar se cerró, dando como resultado la producción de un choque espectacular de gran presión, causando un trastorno de fallas. Gneis, filita y serpentina incrustada en capas y otros tipos de roca que fueron tectónicamente transportadas a decenas de kilómetros de distancia de la zona de sutura en ambas direcciones.³

² Falla de Cuilco-Polochic. http://es.wikipedia.org/wiki/Falla_de_Chixoy-Polochic. (18 de mayo 2 011).

³ Falla de Motagua. http://https://es.wikipedia.org/wiki/Falla_de_Motagua. (18 de mayo de 2 013).

El complejo norte de las fallas forman la espectacular frontera norte del valle del Motagua, la de San Agustín y varias otras de importancia, pero que no han sido aún nombradas, hacia el este. La falla que se movió durante el terremoto de 1976 fue la que Bosc nombró falla de Cabañas en su mapeo realizado en 1964-1965. Se encontró que ésta produce movimientos sinestrales en el orden de unos 100 m.

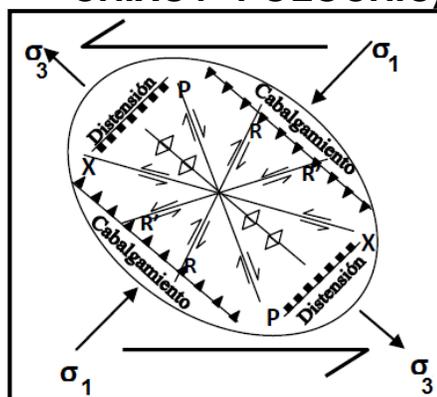
Las fallas sub-paralelas San Agustín y Cabañas poseen una orientación N 80° E y asumen un rumbo más hacia el noreste al aproximarse al golfo de Honduras y direccione más noroeste en su prolongación hacia el altiplano. Esto forma una estructura arqueada con la parte cóncava del norte. Esta estructura marca la zona de convergencia de las Placas Norte América y Caribe, separando los segmentos estructurales conocidos como Bloque Maya (norte) y Bloque Chortí (sur).

Cinemática: “El desplazamiento de rumbo total a lo largo de la falla de Chixoy-Polochic es cercano a los 130 km (Burkart, 1978), y ha ocurrido en los últimos 10,3 millones de años. Con base en estos valores, esta falla tiene una tasa de desplazamiento (promedio sobre largo período) de 13 mm por año. Poco se conoce sobre el desplazamiento de la falla de Motagua, sin embargo, el desplazamiento de depósitos sedimentarios recientes sugiere un desplazamiento entre 6 mm y 10 mm por año”.

La falla Jocotan-Chamalecón se encuentra a lo largo del lado sur de la zona de la falla del Motagua es el límite entre el terreno extensional y los terrenos no extensionales de América Central.

Su movimiento es enteramente de índole Sinistral (Figura 4) y más hacia el oeste de Guatemala esta falla esta debajo de una cubierta de materiales volcánicos extrusivos de índole Terciario-Cuaternario por lo que no se tienen evidencias concretas de su continuidad hacia el oeste.

FIGURA 3
ELIPSE DE DEFORMACIÓN SINISTRAL TEÓRICA
(MODELO TEÓRICO DE LA FALLA CUILCO-CHIXOY- POLOCHIC)

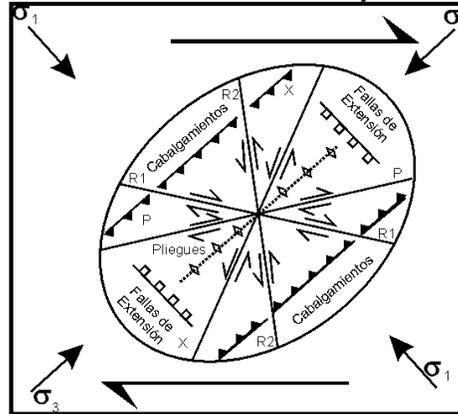


Fuente: McClay, K. (1987) *EL MAPEO GEOLOGICO DE ESTRUCTURAS*; SOCIEDAD GEOLOGICA DE LONDRES. SERIE DE MANUALES; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto.

d. Falla de Jalpatagua

Clasificada como una falla de orden secundario en el país, la falla de movimiento dextral Jalpatagua corre paralela a la costa del Pacífico y sigue de cerca el arco volcánico activo. La falla aísla un trozo ante arco de la Placa del Caribe, y depósitos volcánicos cuaternarios se ven afectados por movimiento lateral dextral y desplazamiento strike-slip (Figura 4). Este movimiento también se observa a lo largo de las estructuras que se encuentran en la continuación de la falla de Jalpatagua en Costa Rica, Nicaragua y El Salvador.

FIGURA 4
ELIPSE DE DEFORMACIÓN DEXTRAL TEÓRICA
(MODELO TEÓRICO DE LA FALLA
JALPATAGUA)



Fuente: McClay, K. (1987) *EL MAPEO GEOLOGICO DE ESTRUCTURAS*; SOCIEDAD GEOLOGICA DE LONDRES. SERIE DE MANUALES; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto.

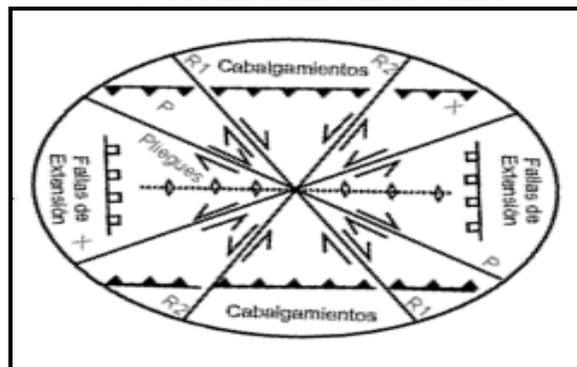
e. Graben de Guatemala e Ipala

El Graben de Guatemala, se originó durante el Terciario como resultado de la elevación relativa de los bordes oriental y occidental y el consiguiente hundimiento de la parte central, ocasionado por el movimiento vertical sobre fallas normales de gran ángulo: Falla de Mixco y Falla de San José Pínula. Este está constituido por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias las que sobreyacen rocas intrusivas y metamórficas, así como algunas rocas sedimentarias. Durante el Cuaternario, algunas erupciones intermitentes arrojaron pómez y ceniza, cubriendo la topografía preexistente con materiales que presentan una composición mineralógica bastante regular y una granulometría y clasificación variada. Esta actividad volcánica estuvo acompañada de periodos de meteorización y sedimentación, durante los cuales los materiales procedentes de los bordes se depositaron en la cuenca, dando origen a la formación de valles

aluviales, terrazas y por defecto de la erosión del agua y otros factores del medio externo, a la formación de cañones y taludes. Topográficamente es un valle amplio en forma de “U” que ha sido rellenado.⁴

La actividad volcánica del Pleistoceno se concentró a lo largo de extensas fallas de orientación norte-sur (Figura 5), que formaron una depresión estructural llamada Graben de Ipala, al sur de la falla de Jocotán de tipo normal, como resultado del movimiento lateral izquierdo de dicha falla, que genera al sur zonas de distensión; dan lugar a la formación de ese graben o depresión tectónica, con fallas muy profundas en la corteza terrestre.

**FIGURA 5
ELIPSE DE DEFORMACIÓN GRABEN DE
GUATEMALA E IPALA**

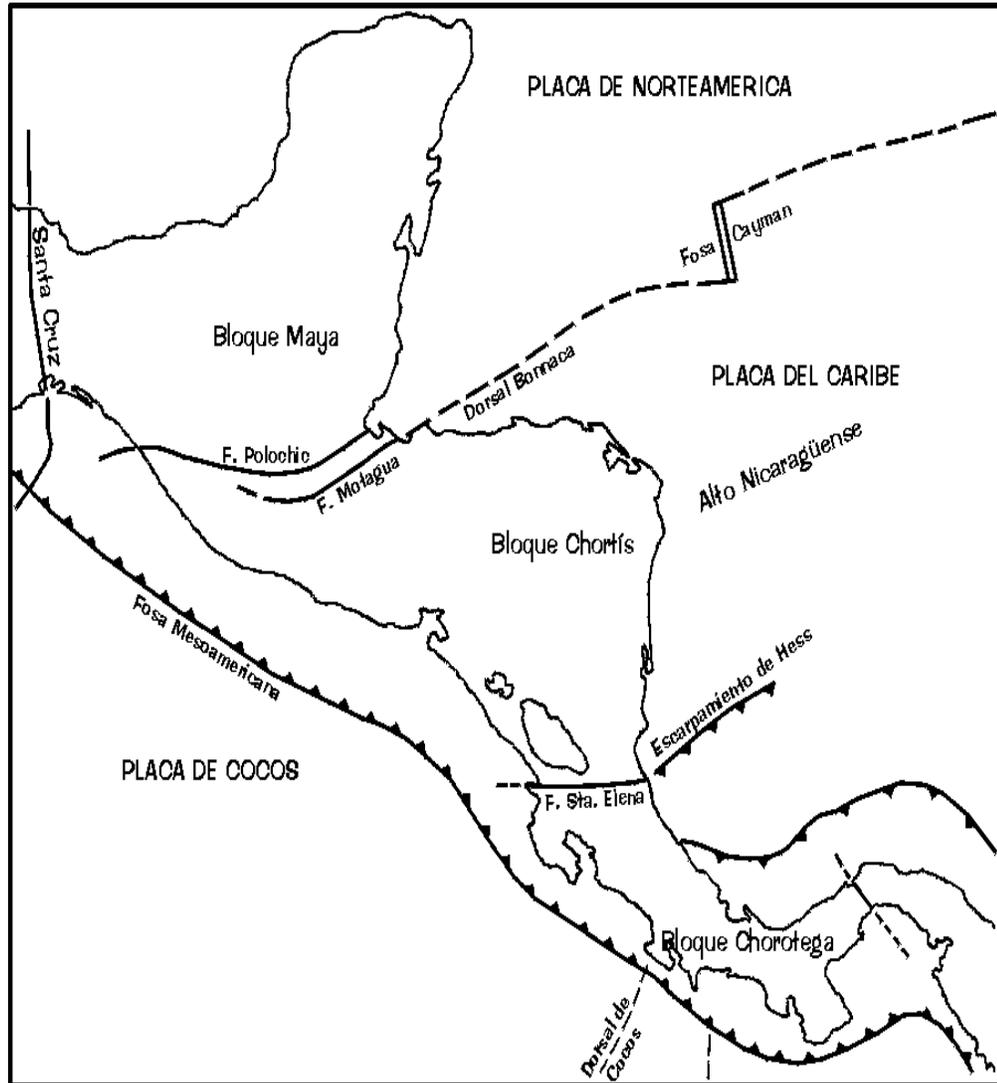


Fuente: McClay, K. (1987) *EL MAPEO GEOLOGICO DE ESTRUCTURAS*; SOCIEDAD GEOLOGICA DE LONDRES. SERIE DE MANUALES; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto.

⁴ Pérez L. Carlos, Estructura Geológica del Valle de la Ciudad de Guatemala, interpretada mediante un modelo de cuenca por distensión. Año 2009.

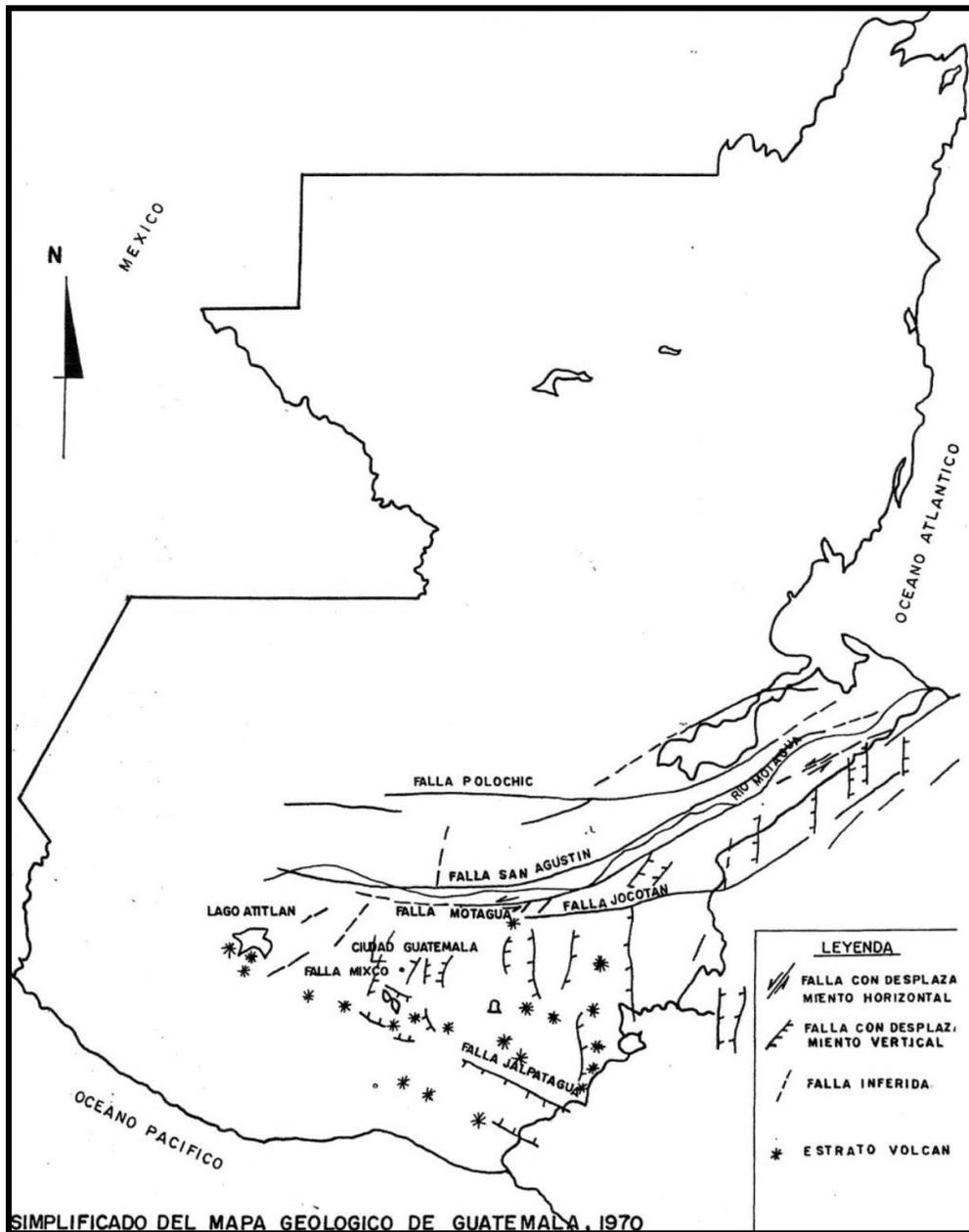
2.3.3 Mapa tectónico regional

**MAPA 3
TECTÓNICO CENTROAMERICANO**



Fuente: Donnelly, Thomas. Et. Al. *Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. USA, The geological society of America, 1 990. (Traducción libre Mauricio ChiquínYoj).

MAPA 4 ESTRUCTURAL REGIONAL DE GUATEMALA



Fuente: Síntesis Geológica de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas –CESEM-

2.3.4 Geomorfología regional

a. Hidrología

El territorio guatemalteco cuenta con tres principales vertientes: que drenan hacia el océano Pacífico, hacia el mar Caribe y hacia el golfo de México. Las cuencas que drenan en dirección al mar Caribe son más extensas e incluyen la cuenca más larga del país que es la del río Motagua.⁵

El drenaje fluvial principal del área consiste con la vertiente del río Motagua, río con una gran longitud, aproximadamente de 486 km², que lo convierte en el río más largo y con mayor cuenca de Guatemala.

La vertiente principal que atraviesa el área es la vertiente del río Uyús, denominada de esta forma por su afluente principal el río Uyús, su cabecera al este del paraje Pinal Ralo, sierra de Las Minas. Corre de norte a sur. Recibe varios afluentes. Al este de la aldea San Luís Buena Vista cambia su rumbo al sureste. Cruza la aldea Cruz del Valle. Entre las cabeceras San Cristóbal Acasaguastlán y Usumatlán, al sur del cerro Uyús descarga en el río Grande o Motagua que a partir de esta afluencia se le conoce sólo con el nombre genérico Motagua.⁶

En el área también se cuenta con varias quebradas y redes intermitentes en las cuales únicamente transita agua en

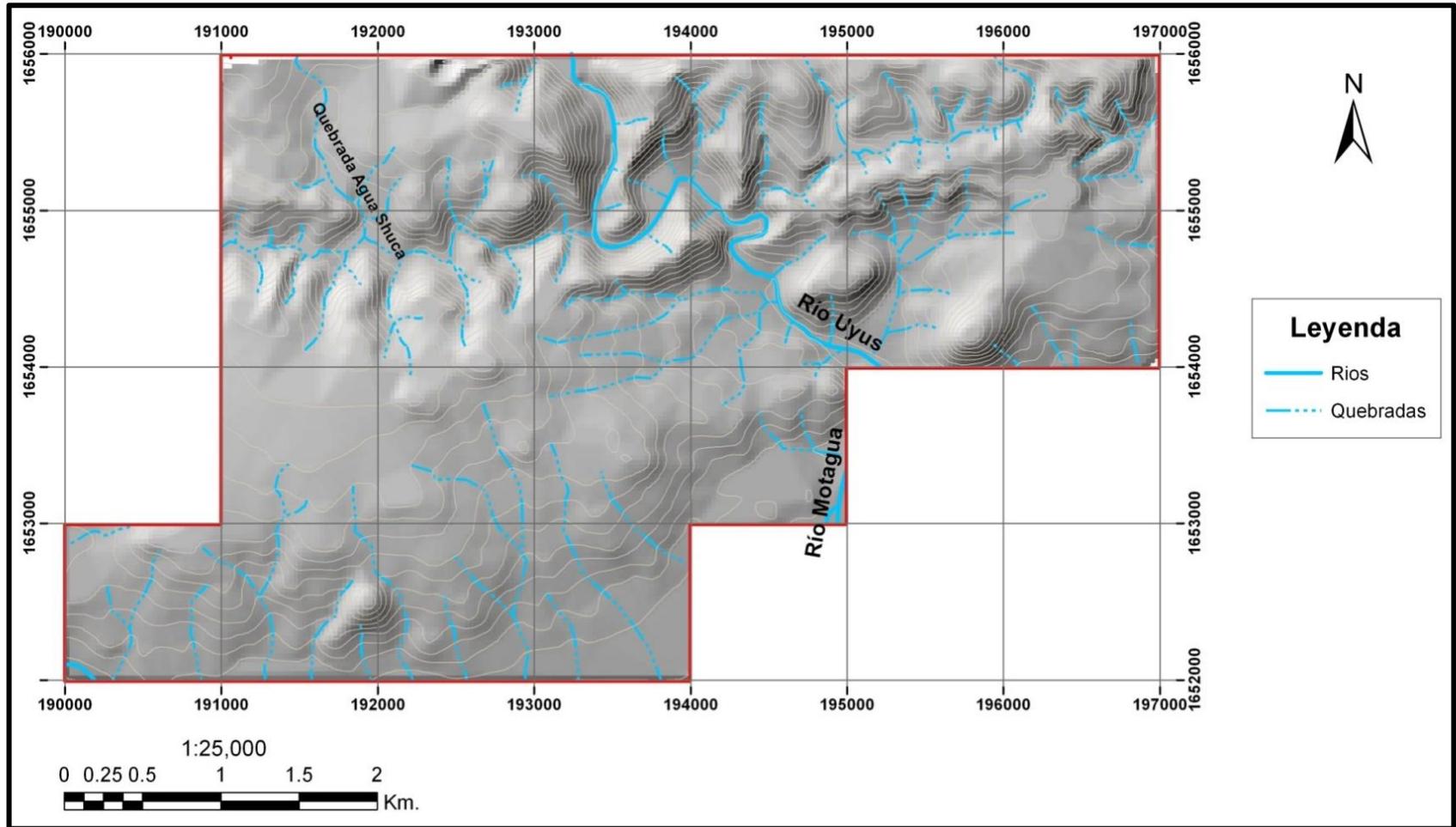
⁵ López Choc, Fernando. *Capital Hídrico y usos del agua de Guatemala*. Guatemala noviembre de 2 002.

⁶ Celis Barrios, José Armando. *Caracterización del Bosque de Ribera de las Subcuencas del Río Uyús, El Progreso, Río Hondo, Zacapa en la Región Semiárida del Valle del Motagua*. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2 008.

temporadas donde el invierno es fuerte, entre las que se mencionan la quebrada Agua Shuca (Mapa 5).

Debido a la forma que posee la red hidrológica se ha clasificado en patrones subparalelos y dentríticos, en la parte norte los patrones de drenaje corresponden a drenaje de tipo dentrítico, el cual se ha caracterizado por una corriente principal con afluentes primarios y secundarios uniéndose libremente en todas direcciones, lo que indica que la pendiente inicial es probablemente plana y compuesta de material uniforme, formando cursos pequeños, cortos e irregulares. En la parte sur, los drenajes subparalelos se ramifican y forman ángulos agudos con el cauce del río Motagua, lo que indica que las pendientes de este tipo de drenaje son uniformes.

MAPA 5 REDES DE DRENAJE

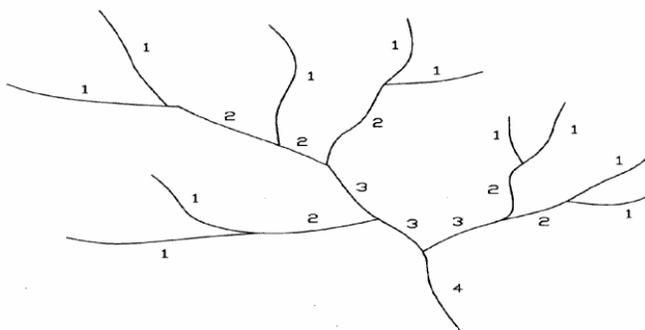


Fuente: Investigación de campo. Año 2013

b. Ordenes de redes de drenaje

Para la generación del modelado de la cuenca se basó en el ordenamiento de redes de drenaje según Strahler. Según este modelo (Figura 6), teóricamente las redes de drenaje se dividen en órdenes de canales.

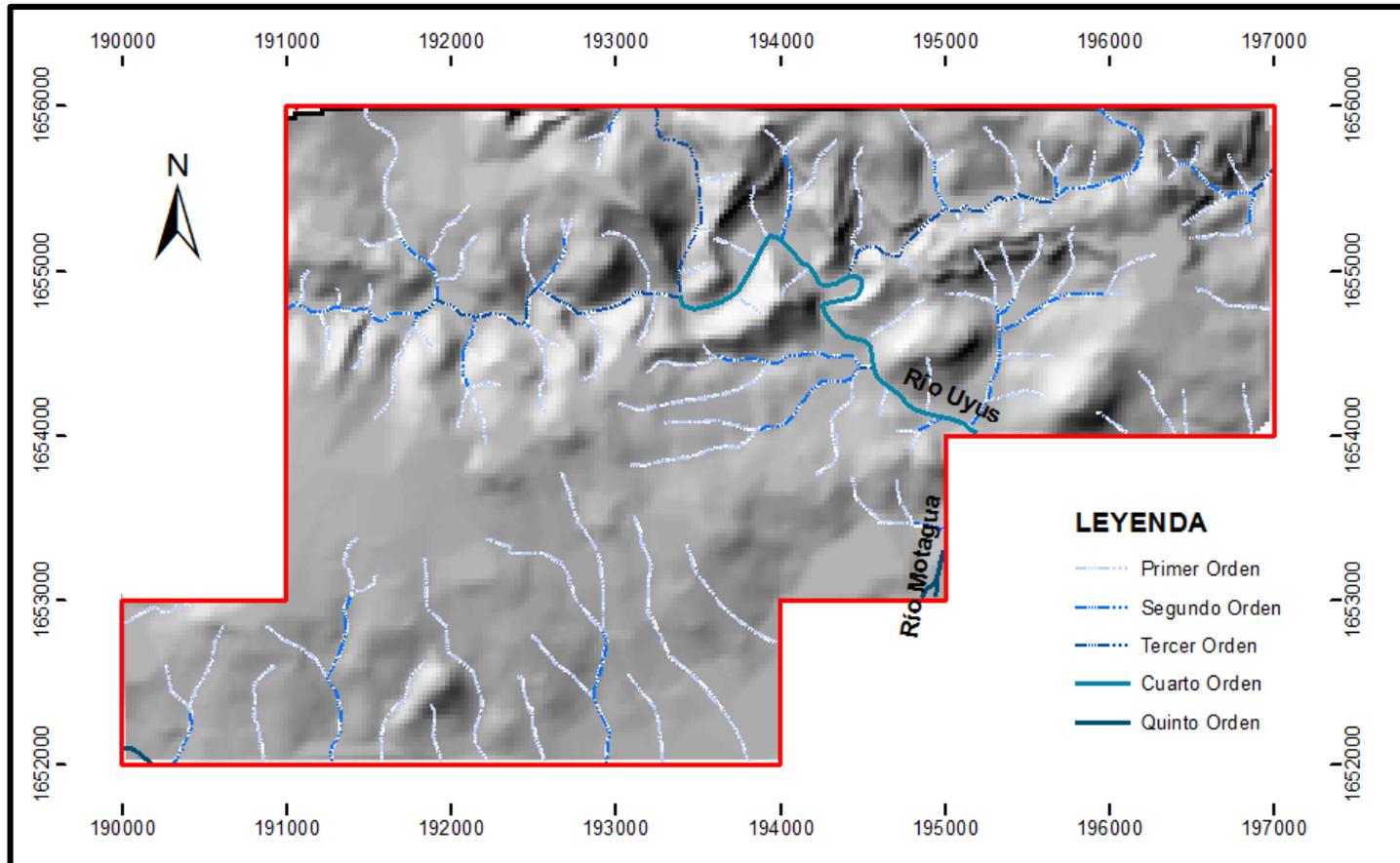
FIGURA 6
MODELO TEÓRICO DE ORDEN DE REDES DE DRENAJE



Fuente: Orden de las redes. <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/algunos-parametros-de-forma-y-drenaje-de-la-cuenca-hidrografica-y-su-relacion-con-el-tiempo-de-concentracion/>. (08 de marzo de 2013)

Como se observa en el mapa 6, el área presenta cinco órdenes de redes. Las redes de primer orden se generan por la acción de la lluvia, debido a la escorrentía que desciende por las laderas, de tipo efímero. Mientras que las de segundo orden son aquellas que únicamente mantienen agua producto de épocas lluviosas, estas son denominadas efímeras. Las de tercer orden son aquellas que mantienen agua, son denominados quebradas de las que pueden recibir aporte de las redes de primer y segundo orden, o simplemente deberse a nacimientos de agua. Todos estos canales de drenaje sirven de aporte del río principal río Uyús, en la parte norte mientras que en la parte sur las vertientes efímeras vierten su cauce hacia el principal afluente ubicado al sur, el río Motagua.

MAPA 6 ORDENES DE REDES DE DRENAJE



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

c. Condiciones climáticas y vegetación

El Progreso cuenta con tres estaciones climatológicas: Morazán, La Montañita y el Rancho (FEGUA).

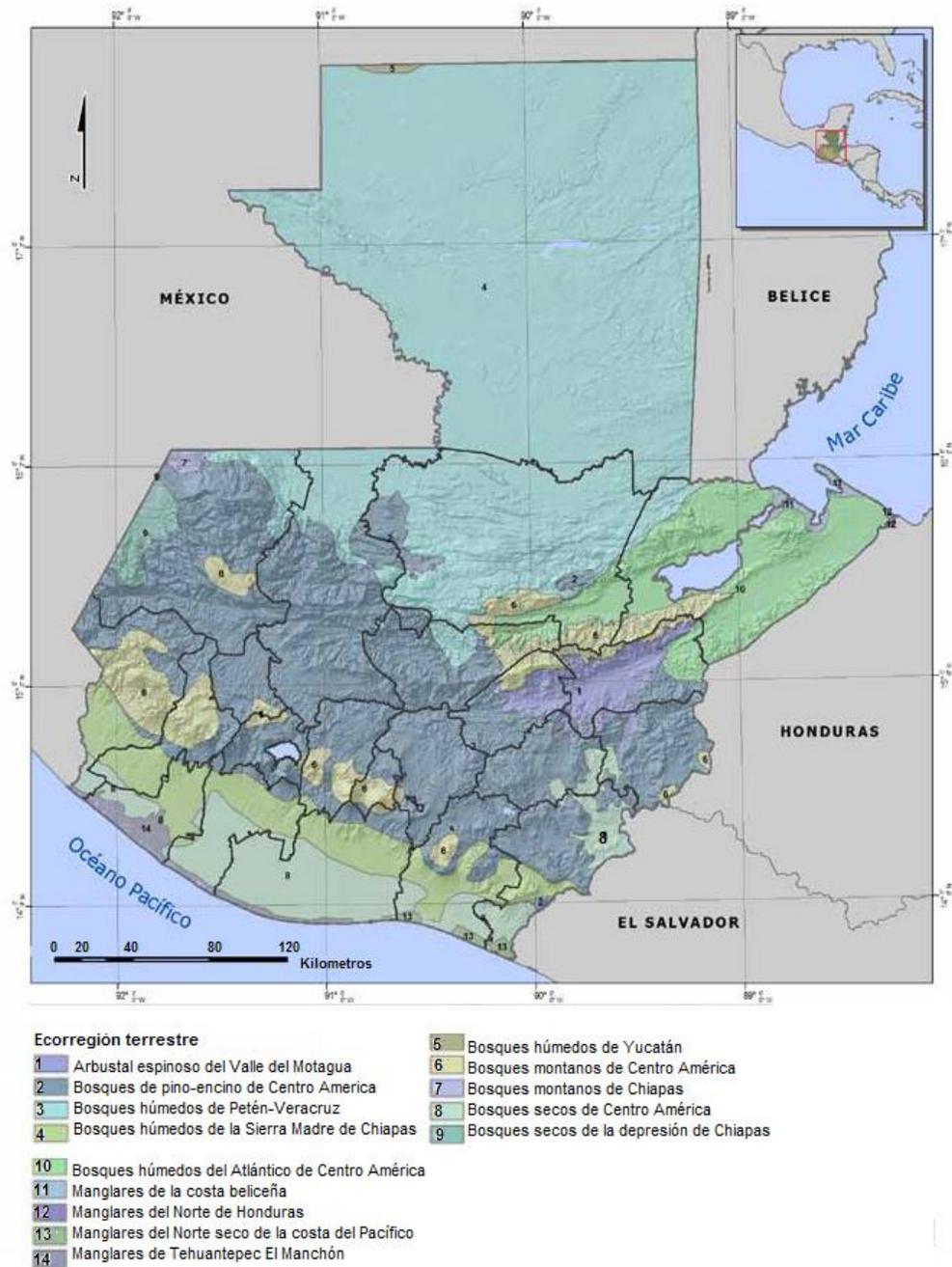
El municipio de San Cristóbal Acasaguastlán cuenta con una elevación entre 250 msnm y 2 110 msnm. La temperatura media mensual en el departamento del El Progreso varía entre 24 °C y 30 °C. La precipitación pluvial media anual es de 920 mm; la precipitación media mensual es de 3 mm a 4 mm en el mes de enero y de 140 mm a 189 mm en agosto y septiembre; en los meses de noviembre a mayo la humedad media anual es de alrededor del 67 %.

Según el sistema Thornthwaite que determina la clasificación de zonas climatológicas basadas en cuatro índices principales, los cuales son: jerarquías de temperatura, tipo de variación de temperatura, jerarquías de humedad y tipo de distribución de la lluvia; por lo que se deduce que en la zona existen varios microclimas, los cuales poseen como denominador común ser cálidos o semicálidos y con inviernos secos.

El área posee una cubierta vegetal periódica que se ha reducido a una vegetación de maleza, según el Sistema de Chipp que combina la fisonomía vegetativa con bases edáficas y climáticas (Tansley y Chipp 1926)⁷, se localiza entre las zonas del valle del Motagua y corresponde a arbustos espinosos del valle del Motagua en su mayoría, como se aprecia en la figura 7.

⁷ Vegetación en San Cristóbal Acasaguastlán. http://www.fs.fed.us/research/publications/producci%20F3n_forestal_para_am%20E9rica_tropical/ap%20E9n.d.pdf

**FIGURA 7
ECORREGIONES TERRESTRES DE GUATEMALA**



Fuente: Modificado de Informe Ambiental del Estado de Guatemala GEO Guatemala 2009.

d. Suelos

El suelo es definido como el sistema estructurado con características biológicamente activas, que se desarrolla en la capa más superficial de la corteza terrestre, el cual se forma debido a la meteorización⁸.

De acuerdo al mapa de reconocimiento de suelos de Simmons, Tarano y Pinto (1959), la serie de suelos del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, corresponde a grupos que destacan color, textura, valor de pH y profundidad, sobresaliendo en su mayoría la serie Chol y Marajuma. Valores descritos en la tabla 2.

TABLA 2
SERIE DE SUELOS PRESENTES EN SAN
CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN

| SERIE DE SUELO | COLOR | TEXTURA | VALOR DE pH | PROF. |
|----------------|--|---|-------------|-------|
| Acasaguastlán | Café rojizo oscuro | Franco arcillosa | 7.06 | 40 cm |
| Chol | Café o café grisáceo o café amarillento a café rojizo. | Franco arenosa graciosa, franco arcilloso arenoso | 4.75 | 40 cm |
| Marajuma | Café oscuro a café muy oscuro | Arcilla | 6.47 | 75 cm |
| Subinal | Café muy oscuro a casi negro | Arcilla | 7.90 | 50 cm |

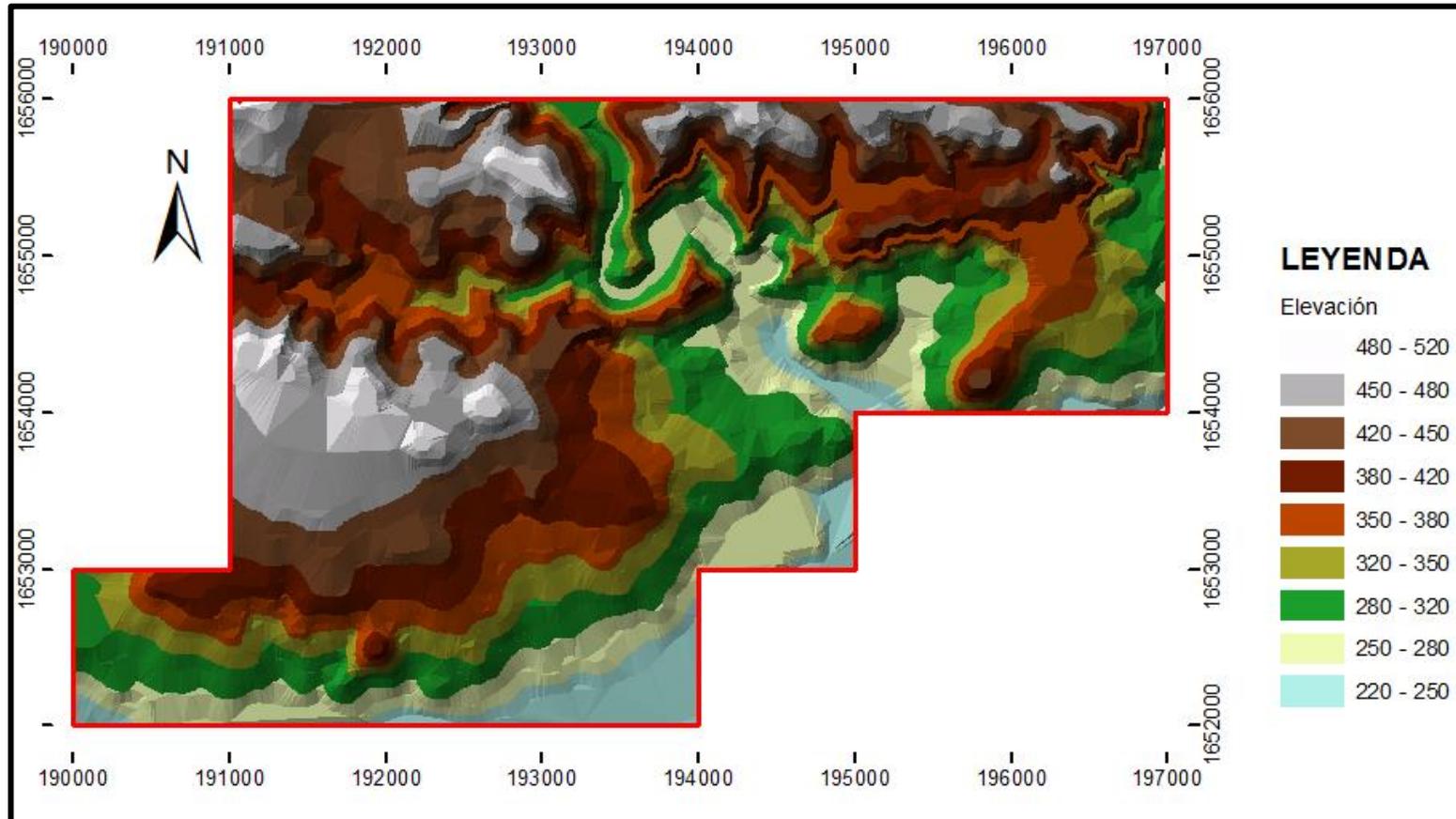
Fuente: Modificado de: PROYECTO MAGA- ESPREDE –CATIE 2001. Plan de desarrollo San Cristóbal Acasaguastlán. El Progreso. Diciembre 2010 (08 de marzo de 2013)

⁸ Clasificación de los Suelos. *Procesamiento y estudio de los suelos*. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/cossio_c_hj/capitulo5.pdf. (08 de abril /2013)

e. Relieve

El área de estudio cuenta con 20 km², en donde la cota topográfica más baja está a 249 msnm, mientras que la más alta se encuentra a 513 msnm. (Mapa 7).

MAPA 7 RELIEVE



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 MARCO METODOLÓGICO

Deductivo: Método que parte de lo general a lo particular y debido a que el interés de esta investigación es netamente científica, se han utilizado las fases siguientes:

3.1.1 Recolección bibliográfica

Consistió en la recopilación de toda la información relacionada con el área de trabajo, a través de material cartográfico, trabajos previos en la región, artículos relacionados a la investigación y recopilación de la situación social (recursos, política-administrativa y religión) que afecta el área.

3.1.2 Fase de campo

Se realizó en un lapso de 45 días, del 1 de junio al 15 de julio del 2013. Durante ésta fase se procedió a la recolección de datos por medio de observación in situ, con el uso de los métodos de caminamientos y afloramientos.

Para movilizarse hacia el área se utilizaron medio de transporte comunitario y caminatas a través de veredas y caminos. Se realizó una recolección de muestras en diferentes afloramientos

que fueron orientadas y etiquetadas para realizar un análisis más detallado en el laboratorio.

Esto con el objetivo de localizar, describir y analizar las unidades litodémicas en base a sus características texturales y mineralógicas así mismo la descripción de contactos entre unidades, caracterización de zonas metamórficas y por último la descripción y medición de las principales estructuras geológicas.

En esta etapa se utilizó una lista de verificación o guía de observación que toma como base las principales características descriptivas generales referentes a las tres variables de la investigación; litología, geomorfología y geología estructural.

3.1.3 Fase de laboratorio

Esta fase se realizó en el lapso de un mes, del 1 de agosto al 31 de agosto del 2013. Durante este período se ejecutó un estudio más detallado de las muestras recolectadas in situ, a través del análisis microscópico por medio de secciones delgadas, análisis macroscópico con lupa de aumento para lograr una descripción petrográfica de las unidades litodémicas y asimismo definir los componentes mineralógicos. Se realizó un análisis de las diferentes estructuras geológicas para determinar eventos de deformación que afectaron al área de estudio y los cuales estén relacionados con la tectónica regional.

3.1.4 Fase de gabinete

Esta fase se realizó en un lapso de 3 meses, del 1 de septiembre al 30 de noviembre del 2013. Durante ésta se formalizó

la interpretación de los datos obtenidos en la fase de campo y en la fase de laboratorio para llevar a cabo la redacción del informe final con los resultados logrados: el mapa y perfil geológico a escala 1:25 000, las columnas lito-estratigráficas y un mapa que caracterice la distribución de las facies metamórficas. Cuyos datos conjuntamente dan los resultados contenidos en el presente informe.

3.1.5 Recolección de datos y muestreo

Se procedió a la recolección de datos a través de métodos topográficos y geológicos descritos a continuación:

a. Topográficos

Método de caminamiento, *GPS* y afloramientos, con caminatas a través de carreteras, veredas, quebradas y ríos con ayuda de un mapa topográfico base; con el fin de determinar y ubicar los datos de las unidades litológicas del área en los afloramientos ubicados en ella.

b. Geológicos

Descripción de las características litológicas en afloramientos que se encuentren dentro del área de estudio, apoyándose en las listas de verificación para delimitar y describir las unidades litológicas en base a sus características texturales y mineralógicas y así describir contactos entre estas. Se caracterizaron zonas de metamorfismo. Se llevaron a cabo la descripción de las características estructurales y la medición de datos estructurales con el método de *Dip-Dir* o dirección de

buzamiento. Todos los datos obtenidos en el campo se anotaron en las guías de observación y en la libreta de campo.

3.1.6 Análisis de datos

a. Cualitativo

Las muestras recolectas en campo, se sometieron a un análisis petrográfico en el laboratorio, a través de un análisis microscópico por medio de la elaboración de secciones delgadas y observación de éstas en el microscopio petrográfico para determinar asociaciones mineralógicas con el objeto de darle un nombre a la roca analizada y enmarcarla dentro de una facie metamórfica, ya que este es el principal objetivo de esta investigación.

b. Cuantitativo

Los datos estructurales se analizaron por medio de estereofalsillas y rosetas para determinar orientaciones preferenciales de fracturas, estratificaciones, foliaciones, lineaciones minerales, fallas y pliegues. Así como un análisis estructural que conllevó a determinar la orientación de los principales ejes de deformación que afectan al área de estudio (Sigmas 1, 2 y 3), y de esta forma determinar los eventos de deformación que han afectado el régimen estructural. Los programas utilizados para realizar el análisis y las interpretaciones fueron: *RockWorks*, *GeoPlot*, *ArcGis* y *Win Tensor*.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 ESTRATIGRAFÍA LOCAL

Dentro de las unidades litológicas que se encuentran en el área se pueden mencionar en secuencia de la más antigua a más reciente:

- Gneis Milonítico (Gm)
- Filita (Fi)
- Peridotita Serpentinizada (Ps)
- Brecha de Peridotita (Bp)
- Mármol (Ma)
- Ceniza Volcánica (Cv)
- Coluvión (Col)
- Aluvión (Al)

Cada una de éstas se identificó a partir de sus características físicas y petrológicas distintivas tanto a nivel macroscópico como a nivel microscópico.

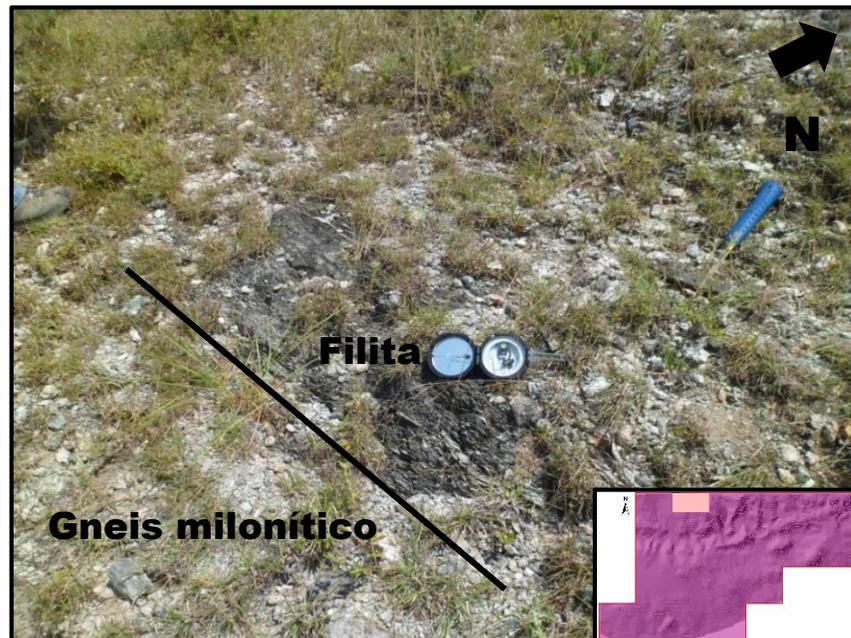
4.1.1 Unidad de Gneis Milonítico (Gm)

Tiene una extensión espacial aproximada de 3,27 km² y se encuentra expuesta al noreste de la cabecera municipal de San Cristóbal Acasaguastlán principalmente sobre el río Uyús y quebradas aledañas al cauce de éste afluente.

Presenta pendientes que varían de los 5° a > 45°, sobre elevaciones que varían de 240 msnm a 500 msnm. Esta unidad posee un grado de meteorización de II a III según la escala de meteorización. Geomorfológicamente se ha relacionado con las unidades de origen agradacional como valles y terrazas aluvionales y unidades de origen denudacional como laderas escarpadas y abruptas, así como crestas.

Se definió en contacto discordante con la peridotita serpentizada aproximadamente en dirección N-S sobre la quebrada Agua Shuca al NW del área y aproximadamente a 200 m hacia el este se localiza el contacto donde esta yace estratigráficamente bajo la filita en una dirección aproximada de N080° (Fotografía 1).

FOTOGRAFÍA 1
AFLORAMIENTO QUE MUESTRA EL CONTACTO
ENTRE EL GNEIS MILONÍTICO Y LA FILITA CON UNA
ORIENTACIÓN DE N080°, UBICADA EN LAS
COORDENADAS UTM: 192788E, 1655671N

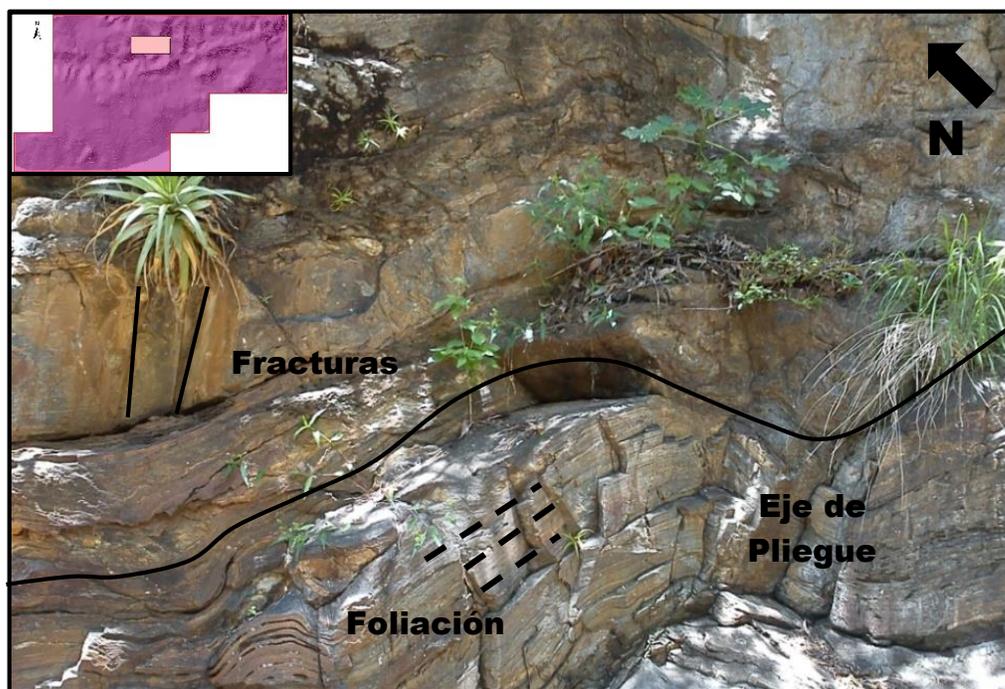


Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Los afloramientos que se observan presentan bandeamiento y planos de foliación con una orientación que varía de $15^\circ/N215$ y $45^\circ/N315$, presentando así plegamientos locales.

Estructuralmente son observables los plegamientos z , s y m isoclinales, fracturación en múltiples direcciones debido a la meteorización, *boudinage* los cuales fueron observados dentro de los flancos de los pliegues al igual que en las foliaciones y varían desde 2 cm hasta 10 cm, crenulación S_2 y fallamiento, algunas de estas estructuras se observan en la fotografía 2.

FOTOGRAFÍA 2
AFLORAMIENTO DE GNEIS MILONÍTICO CON
DISTINTAS UNIDADES ESTRUCTURALES
LOCALIZADO EN LA PARTE NORTE DEL ÁREA, RÍO
UYÚS, UBICADA EN LAS COORDENADAS UTM:
193511E, 1655354N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

En muestra de mano posee coloraciones que van de negro a gris, con un clivaje gnésico producto de la alineación de los minerales, es posible la observación de la composición mineralógica de la unidad, se pueden apreciar minerales como cuarzos y micas tanto moscovita y biotita y en algunos casos presencia de granates con dimensiones milimétricas ubicados principalmente en la parte norte de la finca El Palmar.

La presencia de textura milonítica es evidente por una serie de porfidoblastos dentro de una matriz de grano medio en una porción aproximada de 30 % de porfidoblastos en un 70 % de matriz.

Microscópicamente, las muestras analizadas (Anexo 7: muestras DG02, DG05, DG10, DG12 y DG14) presentan dos cambios muy marcados; hacia el nor-oeste se observa un mayor contenido de cuarzo (Qtz), minerales como moscovita (Msc), biotita (Bio), anfíboles (Anf) y feldespatos (Feld) son reconocibles. Poseen una textura protomilonítica debido a la alta presencia de cuarzo remineralizado.

Hacia el nor-este sobre el río Uyús, las variaciones minerales del gneis consisten en cuarzo (Qtz), granates (Grt), moscovita (Msc), biotita (Bio), anfíboles (Anf), feldespatos (Feld) y clorita (Clr); así como la presencia de minerales opacos, el porcentaje de dichas muestras se puede observar en el tabla 3.

Como se puede apreciar en las siguientes imágenes (Fotografía 3), la Unidad de Gneis presenta dos secciones, hacia el oeste, se observa menor cantidad de blastos, que principalmente son cuarzos; en una matriz equigranular las alineaciones de los minerales se empiezan a evidenciar, como lo muestra la fotografía 3a, en la cual las

biotitas como la hornblenda se alinean. En esta misma sección se pueden observar pequeñas muestras de su roca original, posiblemente una roca intrusiva, por presentar pequeñas muestras de inclusiones de mirmekitas (Fotografía 3b) en un blasto de cuarzo.

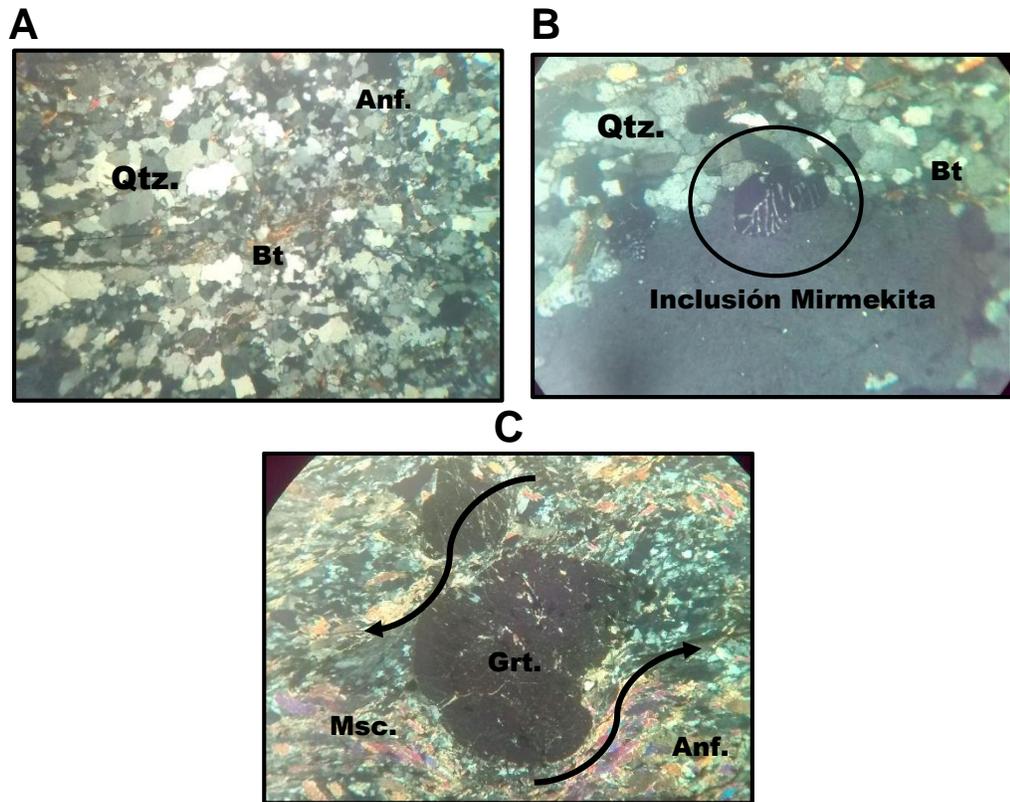
TABLA 3
CONTENIDO MINERAL Y PORCENTAJE DE LAS
SECCIONES DELGADAS DE LA UNIDAD DE GNEIS
MILONÍTICO (Gm)

| No. Muestra | Qtz. | Grt. | Msc. | Bio. | Alb. | Mic. | Anf. | Clr. | Fel. | Opacos |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| DG02 | 70 % | -- | -- | 5 % | 4 % | 5 % | 10 % | -- | 1 % | 5 % |
| DG05 | 40 % | 5 % | 15 % | 15 % | -- | | 20 % | -- | 1 % | 4 % |
| DG10 | 40 % | 15 % | 15 % | 13 % | 5 % | -- | 5 % | 5 % | -- | 2 % |
| DG12 | 25 % | 20 % | 25 % | 10 % | -- | -- | 7 % | 7 % | -- | 6 % |
| DG14 | 30 % | 10 % | 20 % | 12 % | 3 % | -- | 10 % | 10 % | -- | 5 % |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

En la fotografía 3c se observa la presencia de rocas con textura milonítica con indicadores cinemáticos, minerales como los granates muestran una rotación sinestral, y minerales secundarios como los filosilicatos (biotita, moscovita y anfíboles) que han sido alineados en texturas *fish*. Se observa la presencia de minerales pre-tectónicos, como el granate, con bordes de clorita a lo largo de la foliación.

FOTOGRAFÍA 3
LÁMINAS DELGADAS DE GNEIS MILONÍTICO VISTA
XPL



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

4.1.2 Unidad de Filita (Uf)

Cuenta con una extensión aproximada de 4,45 km², aflorando en la parte central en una faja de *E-W*, en localidades como finca Chactún, El Palmar, río Uyús y en la carretera CA-9.

En esta unidad se ubican pendientes muy elevadas > 40° (Mapa 7) y alturas máximas de 500 msnm, el grado de meteorización que presenta varía en la escala de I a III.

Se ha relacionado con unidades geomorfológicas de origen agradacional como valles aluvionales y terrazas, unidades de origen

denudacional como laderas escarpadas y abruptas y finalmente crestas en las partes altas.

En contacto con la filita se encuentran la Unidades de Gneis Milonítico que ha sido observada al norte del área sobre el río Uyús, donde yace estratigráficamente bajo dicha unidad y hacia el sur sobre la carretera CA-9 y sobre la carretera que conduce de la aldea el Manzanotal hacia la finca El Palmar se ubicó un contacto fallado con la Unidad de Peridotita Serpentinizada en dirección *NE* que muestra como la peridotita asciende sobre la filita en una falla de tipo inverso.

FOTOGRAFÍA 4 FILITA UBICADA EN LA QUEBRADA AL NORTE DE LA CARRETERA CA-9, EXPONIENDO PLANOS DE FOLIACIÓN



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Estructuralmente se han observados unidades como la foliación (S_1) (Fotografía 4), plegamiento, crenulaciones (S_2), *boudinage*, así como fracturamiento, grietas de tensión y fallas. Los planos de foliación (S_1), poseen dirección entre $45^\circ/N190$ a $15^\circ/210$, así como planos de crenulación dentro de esta misma unidad.

A nivel de afloramiento y muestra de mano no es posible la observación de su mineralogía, pues su composición es muy fina. Debido a su coloración que varía en tonos grises a verdes lo que muestra la alteración de sus minerales.

En sección delgada presenta una textura lepidoblástica tanto en la matriz como en la relación blastos-matriz, observándose blastos de cuarzo, anfíboles, feldespatos, clorita, epidota, biotitas, moscovitas y algunos opacos, los cuales se describen en la tabla 4.

TABLA 4
CONTENIDO MINERAL Y PORCENTAJE DE LAS
SECCIONES DELGADAS DE LAS FILITAS

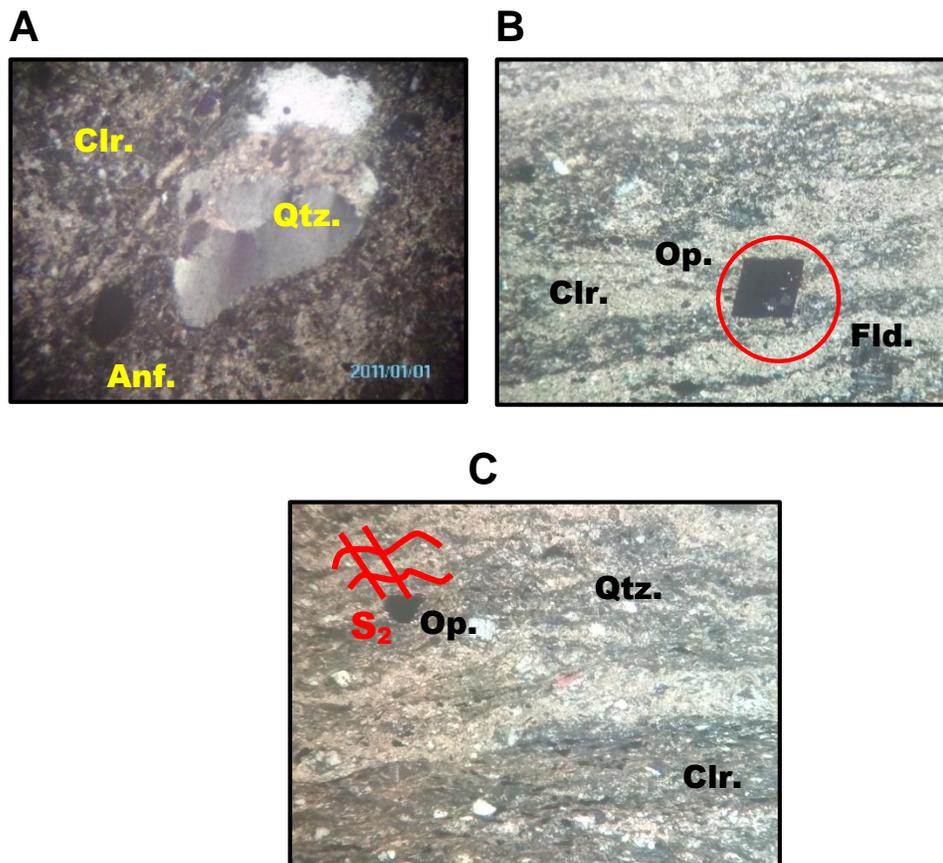
| No. Muestra | Matriz (Mtz) | Cuarzo (Qtz) | Clorita (Clr) | Biotita (Bio) | Moscovita (Misc) | Anfíboles (Anf) | Feldespatos (Fl) | Epidota (Epi) | Calcita (Cl) | Opacos |
|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|------------------|-----------------|------------------|---------------|--------------|--------|
| DG04 | 45 % | 10 % | 20 % | 5 % | -- | 5 % | 2 % | 5 % | | 8 % |
| DG16 | 33 % | 30 % | 15 % | -- | 10 % | -- | 2 % | -- | 2% | 10 % |
| DG17 | 50 % | 10 % | 10 % | -- | 15 % | -- | 5 % | -- | | 10 % |
| DG19 | 20 % | 15 % | 30 % | -- | 20 % | -- | 3 % | -- | 2% | 10 % |
| DG27 | 50 % | 10 % | 20 % | 4 % | 10 % | -- | -- | 2 % | | 4 % |
| DG30 | 45 % | 10 % | 10 % | 5 % | 15 % | -- | -- | 5 % | | 10 % |
| DG32 | 45 % | 10 % | 10 % | -- | 15 % | -- | 2 % | 10 % | | 8 % |
| DG34 | 40 % | 10 % | 30 % | -- | 10 % | -- | 2 % | 3 % | | 5 % |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Cabe mencionar que en el análisis microscópico se evidencia algunas microestructuras como la generación de un segundo plano de clivaje S_2 , o crenulación entre la clorita y minerales opacos (Fotografía 5c).

En la sección delgada de la fotografía 5a, se observan relictos de minerales de cuarzo, anfíboles y epidotas en una matriz muy fina de clorita y cuarzo, orientados. En la fotografía 5b se observa la matriz de clorita con fragmentos de cuarzo y minerales opacos pretectónicos, posiblemente pirita mostrando sobras de presión en los bordes.

FOTOGRAFÍA 5
LÁMINAS DELGADAS DE LA UNIDAD DE FILITA
MUESTRA DG-004, DG-027 Y DG-017 VISTA XPL



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, 2013

4.1.3 Unidad de Peridotita Serpentinizada (Ps)

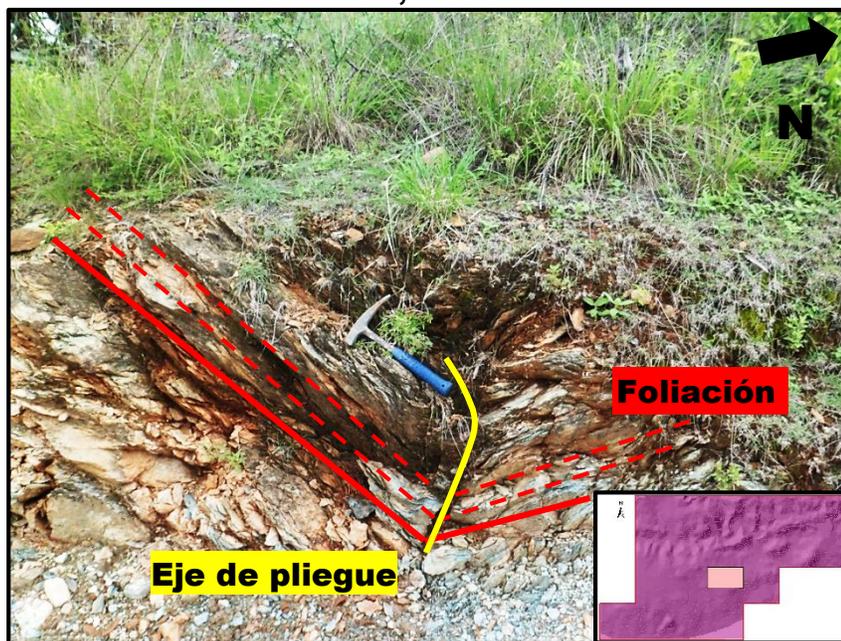
Esta unidad se encuentra localizada en la parte sur del área, expuesta en la carretera CA-9, caminos y veredas aledañas a la cabecera municipal y fincas como Chactún, El Palmar, Cocos y Trujillo. Su extensión aproximada es de 9,73 km².

Geomorfológicamente se ha relacionado con las unidades de origen agradacional como valles aluvionales, unidades de origen denudacional como laderas abruptas y suaves, colinas y crestas. Las pendientes varían de 5° a 40°, presentan elevaciones desde 220 msnm hasta 440 msnm. (Mapa 7)

Se define por sus características macroscópicas, exhibe una textura masiva al sur en las localidades de San Cristóbal Acasaguastlán, El Manzanotal y fincas como Cocos y Trujillo, así como una textura foliada al norte, principalmente en la carretera que conduce del Manzanotal a la finca El Palmar, no es posible la observación de la mineralogía, posee un color verdoso con gran cantidad de fracturas en algunos casos rellenas.

Estructuralmente se observan pliegues cuando la deformación se hace presente, foliaciones (S_1), fracturas, grietas de tensión y fallas, como se puede observar en la fotografía 6.

FOTOGRAFÍA 6
PERIDOTITA SERPENTINIZADA EXPUESTA EN LA
CARRETERA CA-9, EN LAS COORDENADAS UTM:
1931118E, 1653176N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

En contacto con la peridotita serpentizada y la filita se ha observado una brecha de peridotita asociada a la falla con tendencia *NS* y aproximadamente 2 m de espesor que divide estas dos unidades con fragmentos angulosos dentro de la peridotita.

Las características físicas de esta brecha son principalmente la presencia de inclusiones de fragmentos de peridotita serpentizada con una coloración verde a rojizo debido al interperismo, diferentes familias de fracturas y fragmentos de peridotita de diversos tamaños incrustados en la matriz de peridotita en direcciones que varían entre 21°/N270 y 40°/N060 como se muestra en la fotografía 7.

FOTOGRAFÍA 7
BRECHA DE PERIDOTITA UBICADA EN LA
CARRETERA CA-9, CON FRAGMENTOS DE
PERIDOTITA EN LAS COORDENADAS UTM 195263E,
1654486N

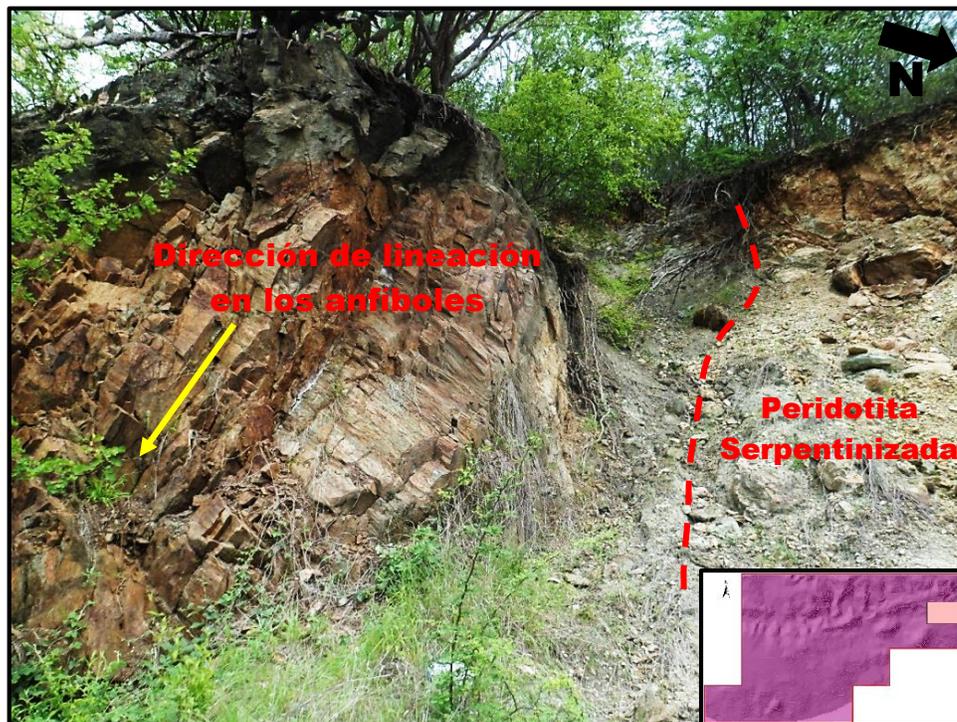


Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Dentro de la Unidad de Peridotita Serpentinizada también se han localizado pequeños lentes de anfibolitas. Con dimensiones aproximadas de 5 km² a 7 km², en contacto con la Unidad de Peridotita Serpentinizada (Fotografía 8), estos pequeños lentes se prolongan en una franja que va de *E* a *W*. Su principal característica macroscópica es la coloración negra, así como una alineación de minerales de filosilicatos dirección 54 °/N175.

En sección delgada la peridotita serpentinizada presenta una microtextura lepidoblástica con minerales como serpentina (92 %), ortopiroxenos (5 %) y minerales opacos (3 %). (Fotografía 9a).

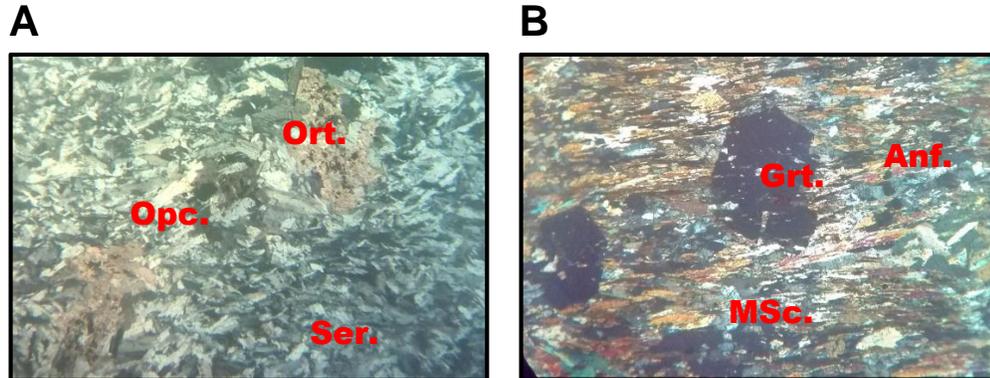
FOTOGRAFÍA 8
LENTE DE ANFIBOLITA EN LA UNIDAD DE
PERIDOTITA SERPENTINIZADA, UBICADA EN LA
CA-9 EN LAS COORDENADAS UTM 196228E,
1655069N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

En la fotografía 9b, se muestra la sección de anfibolita con textura lepidoblástica porfidoblástica, muestra anfíboles (45 %), moscovita (25 %), granates (10 %), cuarzo (10 %), clorita (5 %) y opacos (5 %); los granates observados en esta muestra presentan una blastesis pretectónica, donde el flujo muestra la misma dirección de los minerales.

FOTOGRAFÍA 9
LÁMINA DELGADA DE PERIDOTITA
SERPENTINIZADA DG-039 Y ANFIBOLITA DG-020
VISTA XPL



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

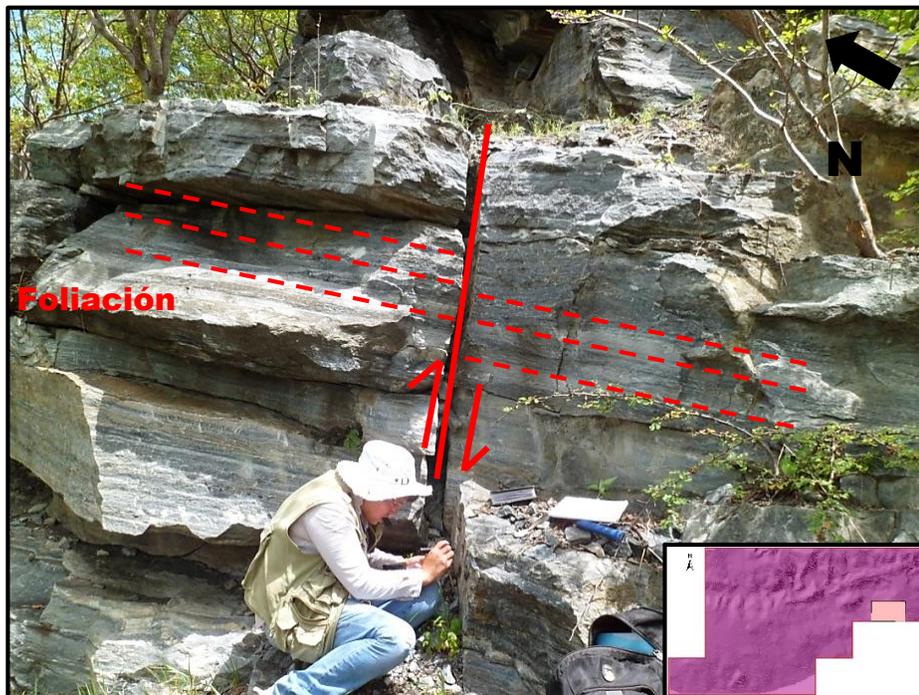
4.1.4 Unidad de Mármol (Ma)

Aflora en el cerro Uyús en donde posee una extensión aproximada de 0,25 km², sus accesos principales han sido ubicados en la vereda que conduce a la finca Trujillo, en el sur del cerro Uyús.

Se ha determinado en contacto con la Unidad de Peridotita Serpentinizada en una falla tipo inversa con dirección N040, por la cual la Unidad de Mármol se sobrepone a la peridotita. Cuenta con elevaciones hasta los 480 msnm y pendientes abruptas > 40°. Esta unidad concierne a unidades geomorfológicas de origen denudacional como laderas escarpadas, colinas y crestas

Muestra características a nivel de afloramiento como la textura masiva y presencia de planos de foliación con una orientación 15°/N315 y 11°/N070, forman un plegamiento local, con espesores entre estrados que varían de 10 cm a 30 cm, y coloraciones que van de blanco a grisáceo como se puede observar en la fotografía 10.

FOTOGRAFÍA 10
AFLORAMIENTO DE MÁRMOL CON ORIENTACIÓN
15°/N330, UBICADO EN EL CERRO UYÚS EN LAS
COORDENADAS *UTM* 195575E, 165416N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Las muestras de mano presentan textura granoblástica, y coloraciones según la mineralogía; los granos de calcita con coloración blanca y presencia de pequeñas intercalaciones de epidota de color verdoso y pirita diseminada.

En sección delgada según el porcentaje mineralógico presentan calcita (93 %), moscovita (2 %), epidota (1 %) y minerales opacos (4 %).

En la fotografía 11 se observan cristales de calcita con el característico maclado polisintético y forma romboédrica, en la parte superior izquierda un cristal de epidota y en la parte inferior derecha minerales opacos, en el centro un cristal de moscovita de forma

tabular y colores de interferencia de segundo orden minerales que en su mayoría se aprecian también en muestra de mano.

FOTOGRAFÍA 11
LÁMINA DELGADA DE MÁRMOL, DG-024, VISTA XPL



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

4.1.5 Unidad de Ceniza Volcánica (Cvol)

Se ubica en las cercanías a la cabecera municipal de San Cristóbal Acasaguastlán en la carretera CA-9 que conduce a aldea el Manzanotal, cuenta con una extensión aproximada de 0,21 km².

Estratigráficamente se encuentra sobre la Unidad de Peridotita Serpentinizada en contacto discordante. Presenta un espesor promedio de 1,25 m donde sus capas se han depositado según la forma del terreno, caracterizándose por un relieve bajo en elevaciones de 240 msnm.

Presenta coloración de blancas a café clara y texturas líticas ya que dentro de ella se pueden observar fragmentos de rocas aledañas como peridotita y filita. (Fotografía 12).

FOTOGRAFÍA 12
AFLORAMIENTO DE CENIZA VOLCÁNICA
LOCALIZADA EN LA CARRETERA CA-9, EN LAS
COORDENADAS UTM 192430E, 1652203N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Según sus espesores se han distinguido distintas capas que se muestran en la tabla 5 describiendo los horizontes en orden de la base hacia el techo.

TABLA 5
RELACIÓN ESPACIAL DE LA CENIZA VOLCÁNICA

| No. | Espesor | Tamaño de Partículas | Descripción |
|-----|---------|----------------------|---|
| A | 30 cm | 0,001 mm | Horizonte café, con cobertura vegetal. |
| B | 80 cm | 2 mm | Horizonte café, con fragmentos líticos que varían de 2 cm a 10 cm |
| C | 10 cm | 0,2 mm | Horizonte café, con cobertura vegetal y fragmentos líticos de aproximadamente 1 cm. |

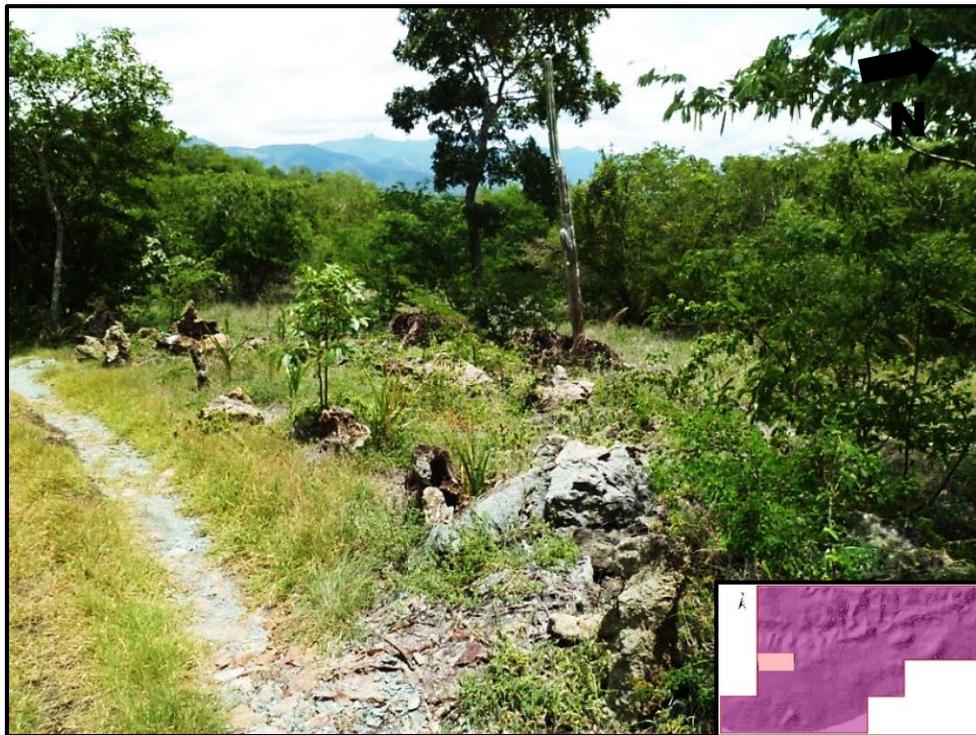
Fuente: Investigación de campo. Año 2013

4.1.6 Unidad de Coluvión (Col)

Se ubica, al oeste del área, en la finca Chactún; presenta una extensión aproximada de 1,18 km².

Se relaciona con las unidades geomorfológicas de planicies formadas por la erosión de escorrentía. Con pendientes casi nulas y cubiertas por vegetación (Fotografía 13).

FOTOGRAFÍA 13
UNIDAD DE COLUVIÓN UBICADA EN FINCA
CHACTÚN, EN LAS COORDENADAS UTM 191468E,
1653970N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

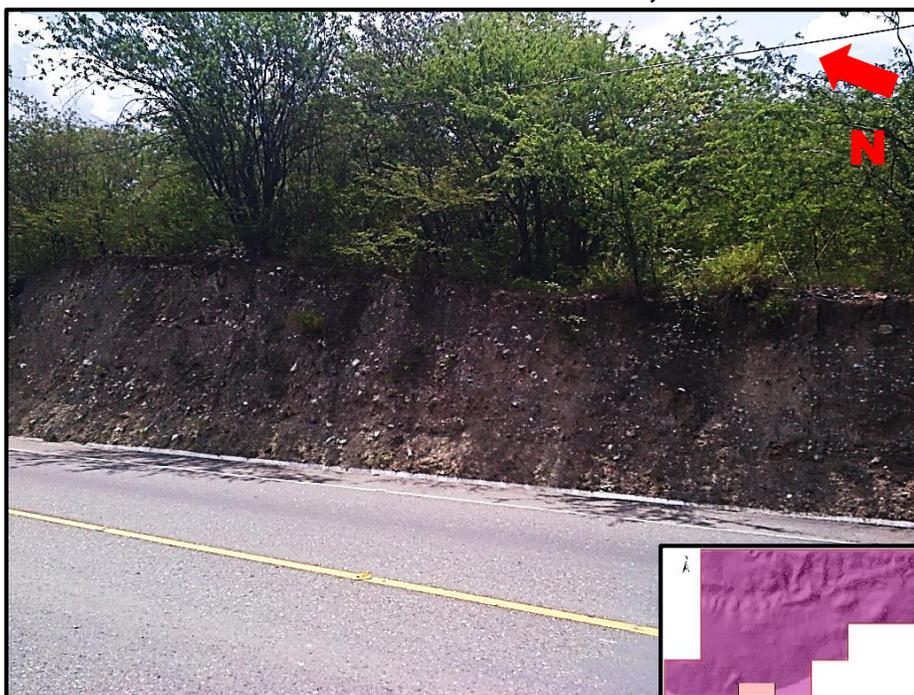
Se compone principalmente de bloques de peridotita serpentinizada dispersos sobre suelos lateríticos de coloración rojiza, brechas de peridotita y cantos rodados de peridotita.

4.1.7 Unidad de Aluvión (AI)

Esta unidad no consolidada se localiza a lo largo del cauce del río Motagua observable en la carretera CA-9 en el extremo sur del área como también en el cauce del río Uyús, con elevaciones que van de los 220 msnm a 240 msnm, mostrando pendientes que varían de 0° a 15°. Tiene una extensión aproximada de 0,86 km².

Geomorfológicamente en áreas donde la pendiente es muy baja ha dado lugar a la formación de terrazas aluviales (Fotografía 14), así como bloques transportados corriente abajo los cuales son muy variados en cuanto a tamaño, tipo y composición principalmente en la Unidad de Aluvión.

FOTOGRAFÍA 14 UNIDAD DE ALUVIÓN LOCALIZADA EN LA PARTE SUR DEL ÁREA, EN LA CARRETERA CA-9 EN LAS COORDENADAS UTM 192030E, 1652303N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La dinámica terrestre permite dividir los materiales que la constituyen en tres dominios: frágil, dúctil y de fusión. El dominio dúctil se ubicada en el nivel medio, se representa por las estructuras como la foliación, pliegues, crenulaciones y *boudinages*. El dominio frágil se ubica en el nivel superior, se presentan deformaciones en los materiales de tipo inelástico, con estructuras como grietas de tensión, fracturas y fallas.⁶

Muchas de las estructuras mencionadas tanto en el nivel dúctil como en el frágil fueron ubicadas en el área de estudio y son citadas a continuación:

4.2.1 Foliaciones

La foliación, es definida como la disposición laminada que adquieren las rocas cuando son sometidas a presión, la que puede estar asociada a plegamientos o bien ser producto del peso de las rocas depositadas sobre las ya existentes, evidencia del metamorfismo que han sufrido las rocas.⁷ En el área se han localizado distintas unidades litológicas con presencias de foliación S_1 así como foliación S_2 .

a) Foliación S_1

Este elemento estructural es el de predominancia en el área, se presenta en las unidades de Gneis Milonítico, Filita, Peridotita Serpentinizada y Mármol.

⁶ Modificado de: Herrero, Nieve, Nociones de Geología Estructural.

⁷ Definición de Foliación. http://es.wikipedia.org/wiki/Foliaci%C3%B3n_%28geolog%C3%ADa%29

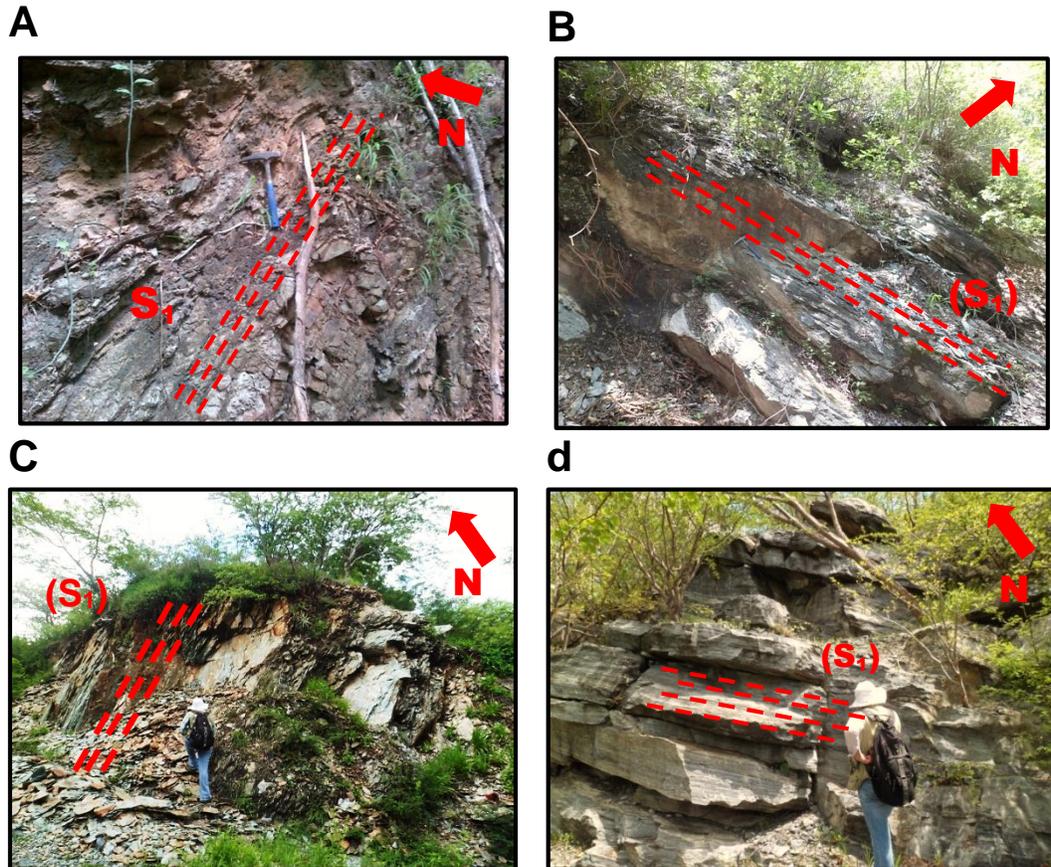
La fotografía 15a muestra un afloramiento de gneis milonítico ubicado en la quebrada este de la finca El Palmar, posee dos orientaciones preferenciales $18^{\circ}/N270$ y $15^{\circ}/N310$, lo que evidencia zonas de plegamiento local en la unidad.

En la fotografía 15b se observa un afloramiento de filita ubicado en la finca Chactún, esta unidad posee un clivaje filítico, cuya orientación preferencial es $15^{\circ}/N210$.

La ocasional foliación en la Unidad de Peridotita Serpentinizada presenta una orientación de $45^{\circ}/N095$, como se puede observar en la fotografía 15c, ubicada en la vereda que comunica a la finca Chactún con la finca El Palmar.

Finalmente la foliación que presenta el mármol posee dos direcciones preferenciales de $25^{\circ}/N332$ y $15^{\circ}/N125$ formando un plegamiento local en esta unidad. La fotografía 15d muestra un afloramiento donde se puede apreciar esta unidad estructural.

FOTOGRAFÍA 15
AFLORAMIENTOS DE LAS DISTINTAS UNIDADES
LITOLÓGICAS QUE PRESENTAN PLANOS DE
FOLIACIÓN (S_1)

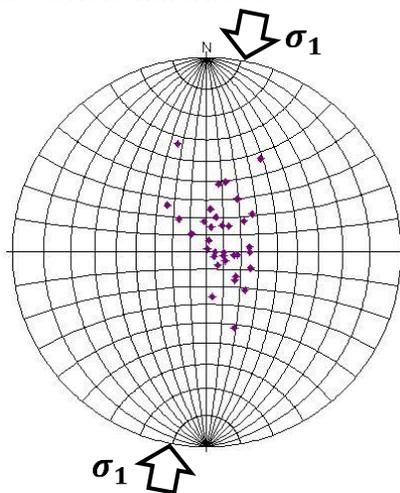


Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Como se puede observar en la figura 8, cada unidad presenta orientaciones distintas según los esfuerzos que las han formado. Los esfuerzos compresivos en cada unidad son orientados como se muestran en las figuras y analizados en el capítulo siguiente.

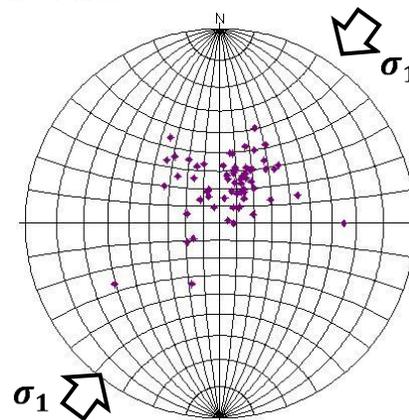
FIGURA 8
ESTEREOGRAMA DE FOLIACIONES S₁ DE LAS
DISTINTAS UNIDADES

a Gneis Milonítico



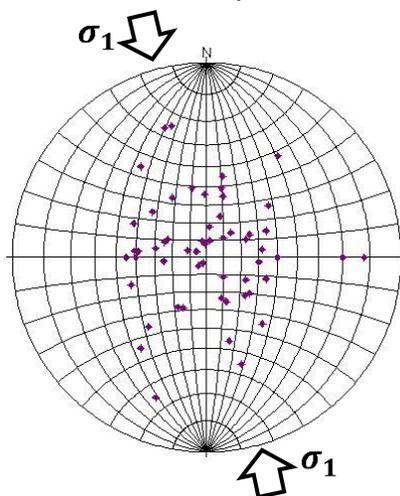
n=36

b Filita



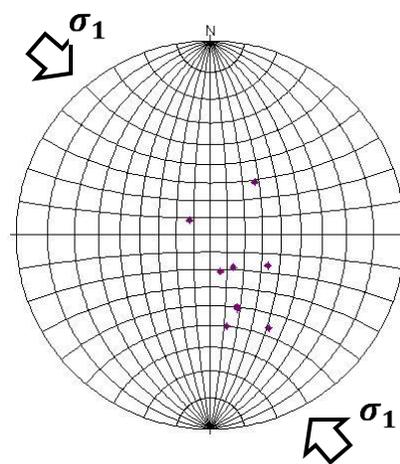
n=65

c Peridotita Serpentinizada



n=60

d Mármol



n=10

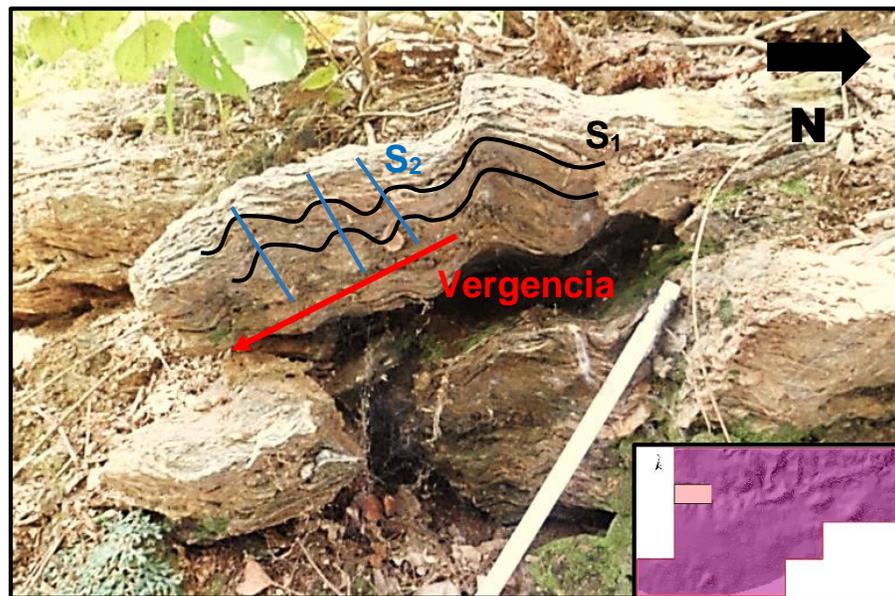
Fuente: Investigación de campo. Año 2013

b) Foliación S_2

Este tipo de foliación fue observada en las Unidades de Filita y Gneis Milonítico, y se ha definido como un microplegamiento contenido en los planos de foliación S_1 . Esta se describe como el segundo evento de deformación. La fotografía 16 muestra la foliación S_2 en la Unidad de Filita, ubicada en la finca Chactún.

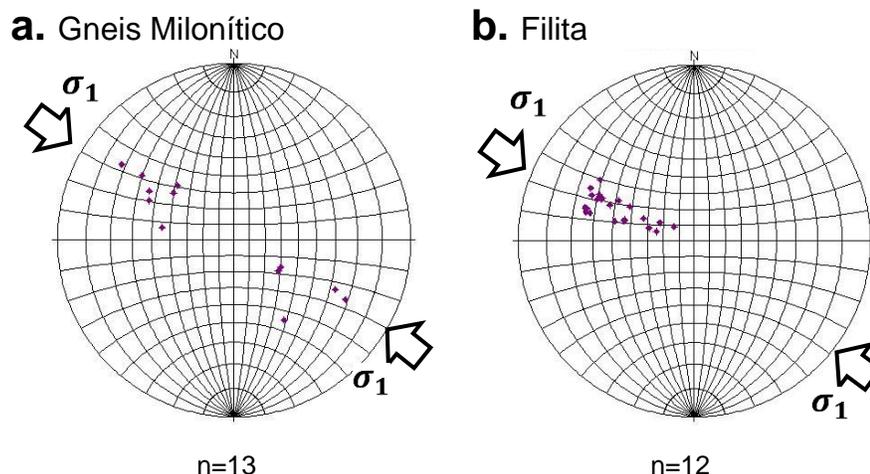
Como se observa en la figura 9, los planos de la foliación S_2 poseen esfuerzos compresivos con una dirección *NW-SE*, lo cual corresponde a un segundo esfuerzo deformacional.

FOTOGRAFÍA 16
FOLIACIÓN S_2 EN LA UNIDAD DE FILITA
LOCALIZADA EN LA FINCA CHACTÚN



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

FIGURA 9 ESTEREOGRAMAS DE FOLIACIONES S₂ EN LAS UNIDADES DE GNEIS MILONÍTICO Y FILITA



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

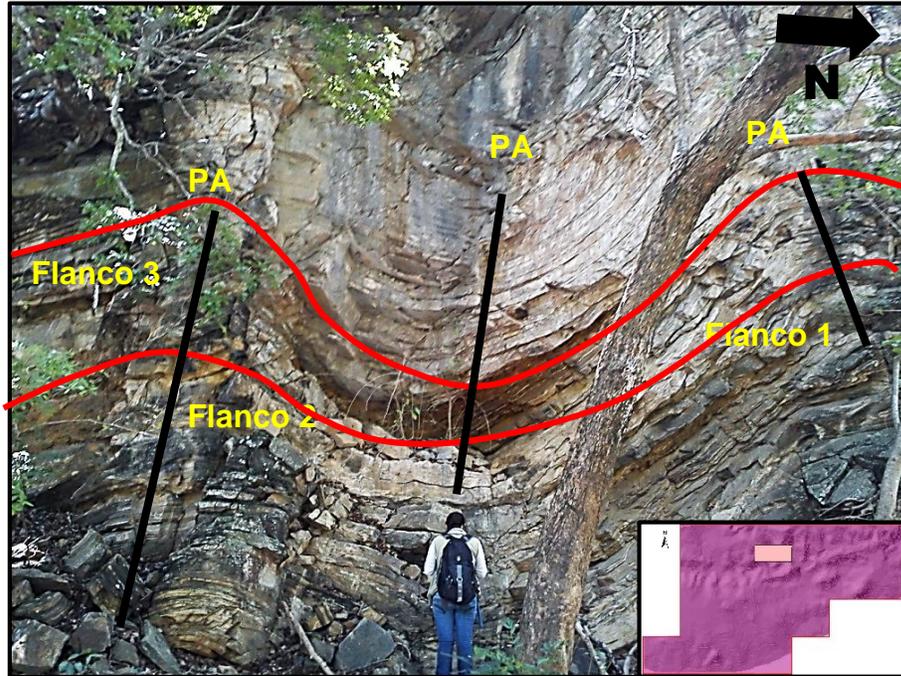
4.2.2 Pliegues

Los pliegues son aquellas formas estructurales reconocidas como una ondulación, una curvatura de una superficie plana, como resultado de la actuación de esfuerzos de origen tectónico⁸.

En el área se han localizado pliegues en las Unidades de Milonitas, Filitas y Peridotitas Serpentinizada. En la fotografía 17 se observa un afloramiento en el cual existe una serie de pliegues de aproximadamente 8 m de altura, clasificados como pliegues de inmersión suave, moderadamente inclinado según su plano axial.

⁸ Soriano, Gemma. GEODINÁMICA. Universidad de A Coruña. Consulta web: http://caminos.ud-uah.es/camino/176y654r/czn-jkic.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%207%20tectonic%20a.pdf

FOTOGRAFÍA 17
PLEGAMIENTO ANTIFORME MODERADAMENTE
INCLINADO CON INMERSIÓN SUAVE EN LA UNIDAD
DE GNEIS MILONÍTICO



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Los pliegues fueron clasificados según su ángulo de inmersión, e identificados en las unidades litológicas los cuales se muestran en la tabla 6.

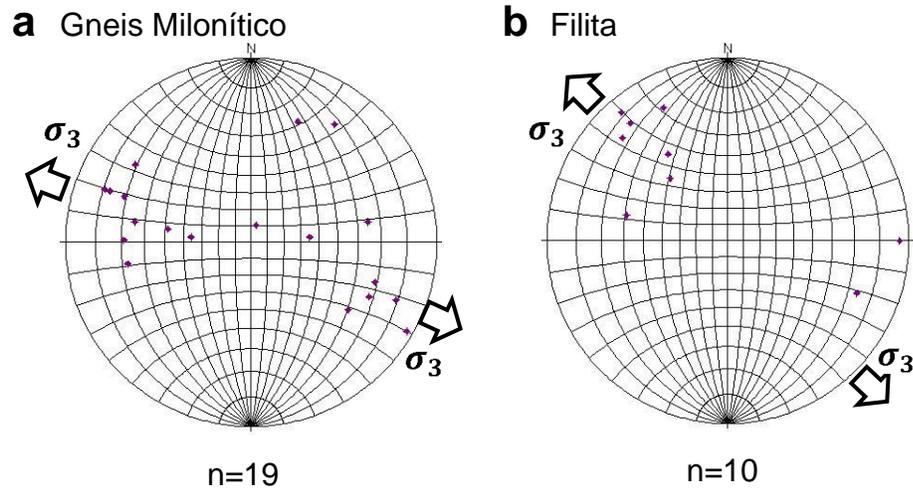
TABLA 6
CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PLIEGUES SEGÚN SU
ÁNGULO DE INMERSIÓN

| Localización | | Eje | Clasificación según ángulo de inmersión | Litología |
|--------------|---------|---------|---|------------|
| Este | Oeste | | | |
| 191518 | 1655911 | 22/N260 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 191670 | 1655316 | 21/N271 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193282 | 1655827 | 10/N290 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193282 | 1655827 | 41/N279 | Pliegue de inmersión moderada | Gneis |
| 193340 | 1655795 | 12/N290 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193340 | 1655795 | 12/N275 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193467 | 1655750 | 14/N035 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193511 | 1655354 | 25/N125 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193377 | 1654971 | 18/N290 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193511 | 1655354 | 55/N085 | Pliegue de inmersión moderada | Gneis |
| 193511 | 1655354 | 2/N120 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193511 | 1655354 | 54/N275 | Pliegue de inmersión moderada | Gneis |
| 193486 | 1655293 | 20/N115 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193486 | 1655293 | 25/N080 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193367 | 1654991 | 25/N280 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 192393 | 1654664 | 30/N250 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 192602 | 1654608 | 12/N224 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 192602 | 1654608 | 12/N244 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 194493 | 1655361 | 10/N230 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 194512 | 1654928 | 3/N090 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 193467 | 1655750 | 14/N035 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 194253 | 1654716 | 15/N022 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 195263 | 1654869 | 30/N194 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 195263 | 1654869 | 40/N214 | Pliegue de inmersión moderada | Filita |
| 194253 | 1654716 | 05/N230 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 193486 | 1655293 | 25/N080 | Pliegue de inmersión suave | Gneis |
| 193118 | 1653176 | 20/N184 | Pliegue de inmersión suave | Peridotita |
| 193112 | 1652917 | 40/N285 | Pliegue de inmersión moderada | Peridotita |
| 193520 | 1654424 | 21/N315 | Pliegue de inmersión suave | Peridotita |
| 193831 | 1654972 | 16/N214 | Pliegue de inmersión suave | Peridotita |
| 193831 | 1654972 | 10/N25 | Pliegue de inmersión suave | Filita |
| 193466 | 1655203 | 20/N198 | Pliegue de inmersión suave | Filita |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo 2013

La figura 10 muestra la representación estereográfica de los ejes de pliegues en las unidades de gneis milonítico y filita, orientados en esfuerzos distensivos en direcciones *NW-SE* como se observa a continuación.

FIGURA 10
ESTEREOGRAMA DE LOS EJES DE PLIEGUE DE LAS
UNIDADES DE GNEIS MILONÍTICO Y FILITA

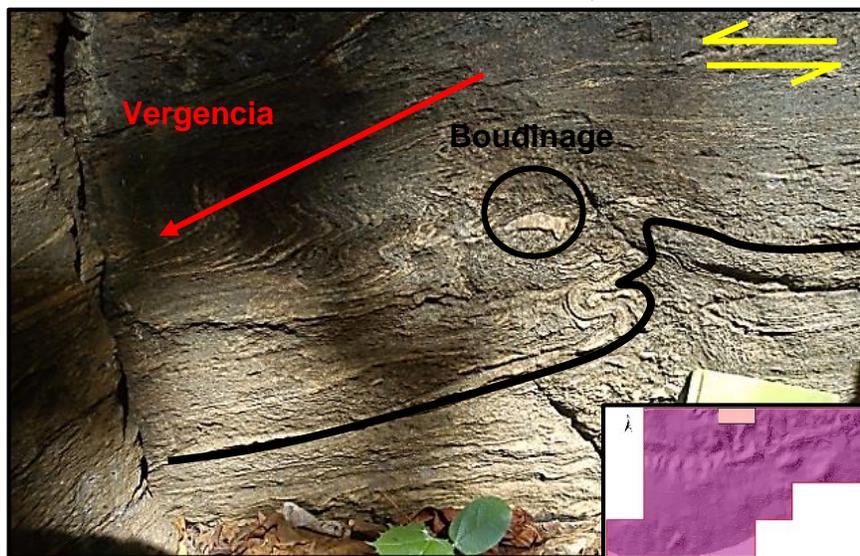


Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo 2013

a) Pliegues asimétricos

En el área de estudio fueron reconocidos varios pliegues asimétricos, ubicados en la Unidad de Gneis Milonítico, la fotografía 18 muestra la disposición de un pliegue asimétrico tipo “s”, dichos pliegues con una dirección 42°/N160.

FOTOGRAFÍA 18
PLIEGUES ASIMÉTRICO TIPO “S” EN LA UNIDAD
DE GNEIS MILONÍTICO EN EL RÍO UYÚS, EN LAS
COORDENADAS UTM: 193282E, 16558827N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

4.2.3 Lineaciones

A las lineaciones se conoce en la geología como resultado de intersección dos planos geológicos, eje de pliegue, dirección del flujo, *boudinages*, lineaciones minerales entre otros.⁹ En el área se ha observado lineación mineral en la Unidad de Filita, ejes de pliegue en la Unidad de Milonitas, Filita y Peridotita, ejes de crenulación y *boudinages* en la Unidad de Filita.

a) Lineación mineral

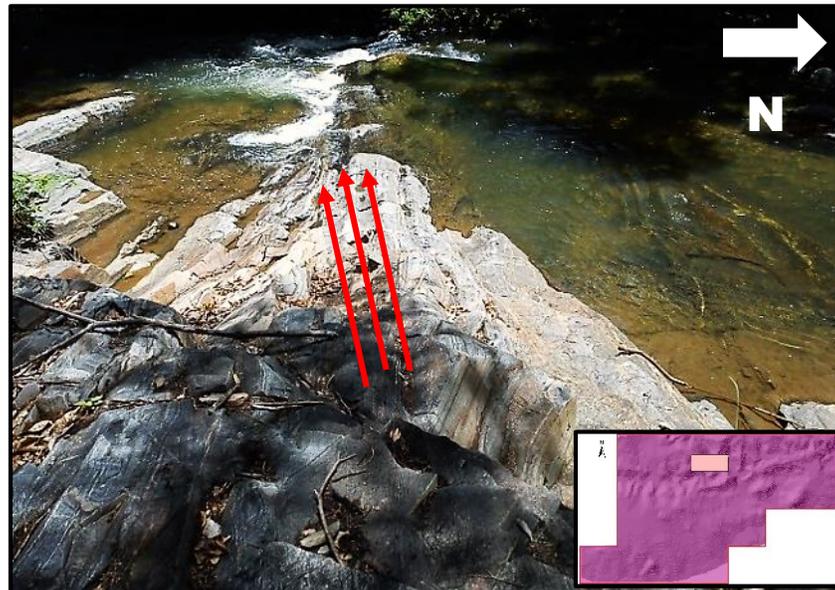
Las lineaciones minerales ubicadas en el área son fábricas lineales las cuales no se enmarcan por la presencia de objetivos preexistentes (*boudinage*, etc.), sino por minerales de tipo

⁹ Definición de lineaciones. <http://www.geovirtual.cl/Geoestructural/gestr03.html>

metamórficos, cristalizados o recristalizados durante eventos de deformacionales.¹⁰

La lineación mineral se observó en la Unidad de Gneis, en donde los minerales que presentan mejor orientación son los filosilicatos (micas), estas observadas en la fotografía 19.

FOTOGRAFÍA 19 LINEACIÓN MINERAL EN LA UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO SOBRE EL RÍO UYÚS

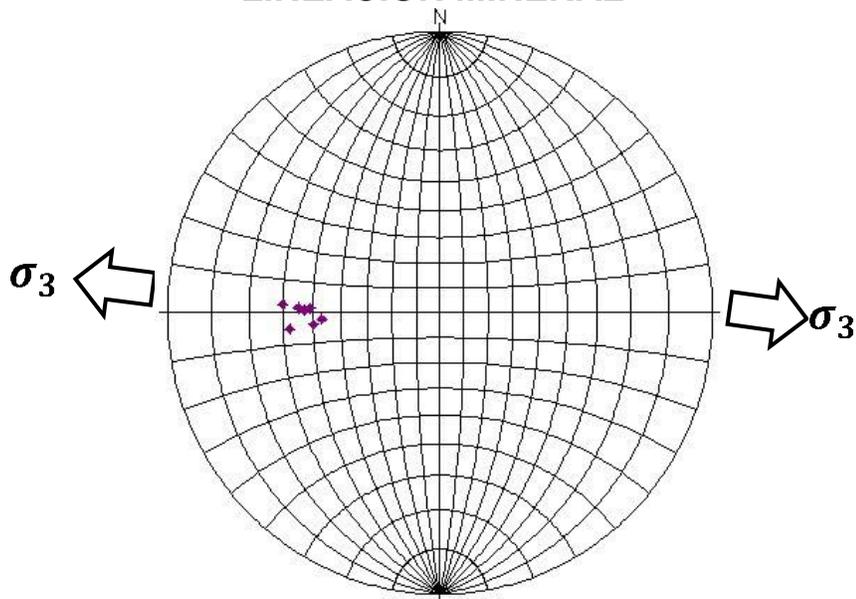


Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

Como se observa en el estereograma de la figura 11 la lineación mineral presenta los esfuerzos distensivos con dirección *E-W*.

¹⁰ Concepto de lineación mineral. <http://www.geovirtual.cl/Geoestructural/gestr03.html>

FIGURA 11
REPRESENTACIÓN ESTEREOGRÁFICA DE LA
LINEACIÓN MINERAL

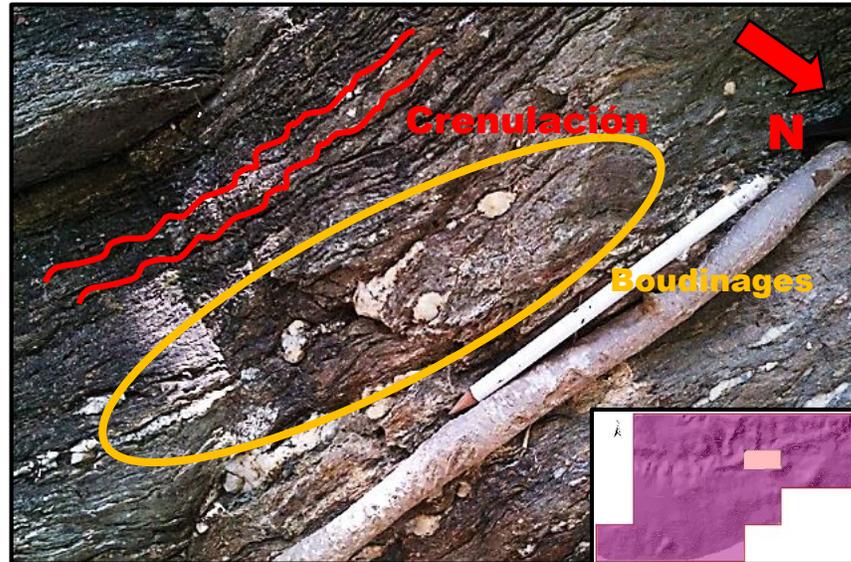


Fuente: Investigación de campo. Año 2013

b) Ejes de *boudinage*

Los *boudinage* son aquellas estructuras producidas por tensión. Han sido desarrollada por alargamiento de un material competente, en este caso se trata principalmente de bandas de cuarzo en las Unidades de Gneis Milonítico y Filita, como se puede apreciar en la fotografía 20.

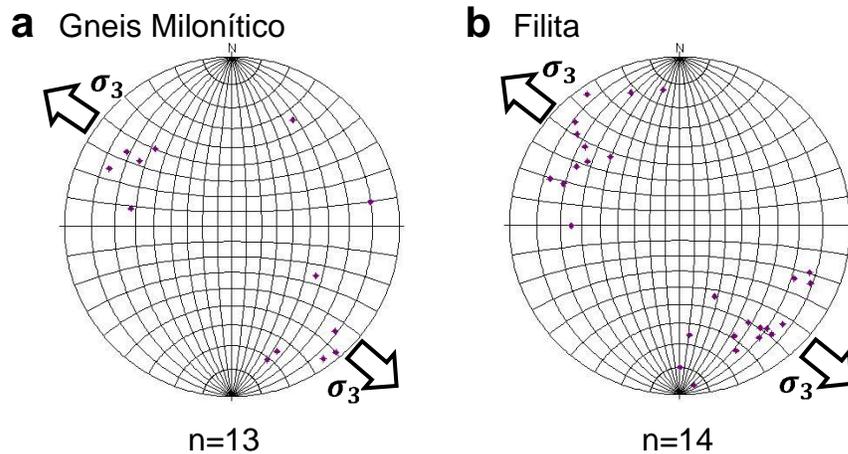
FOTOGRAFÍA 20
BOUDINAGE EN LA UNIDAD DE FILITA EN EL RIO
UYÚS, INCRUSTADOS EN UN PLANO 12/N170 EN
LAS COORDENADAS UTM: 194368E, 1654699N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

En la figura 12 se muestra el estereograma con los ejes de *boudinage* de las unidades ya mencionadas, mostrando una orientación NW-SE.

FIGURA 12
ESTEREOGRAMA CON EJES DE BOUDINAGE EN
LAS UNIDADES DE GNEIS MILONÍTICO Y FILITA



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

4.2.4 Grietas de tensión:

Son grietas formadas por esfuerzos compresionales que actúan durante la deformación, se observan en la Unidad de Filita y la Unidad de Gneis Milonítico, muestra como la deformación ha creado una grieta en la roca que ha sido rellenado con el material más competente, un ejemplo de esta se puede observar en la fotografía 21.

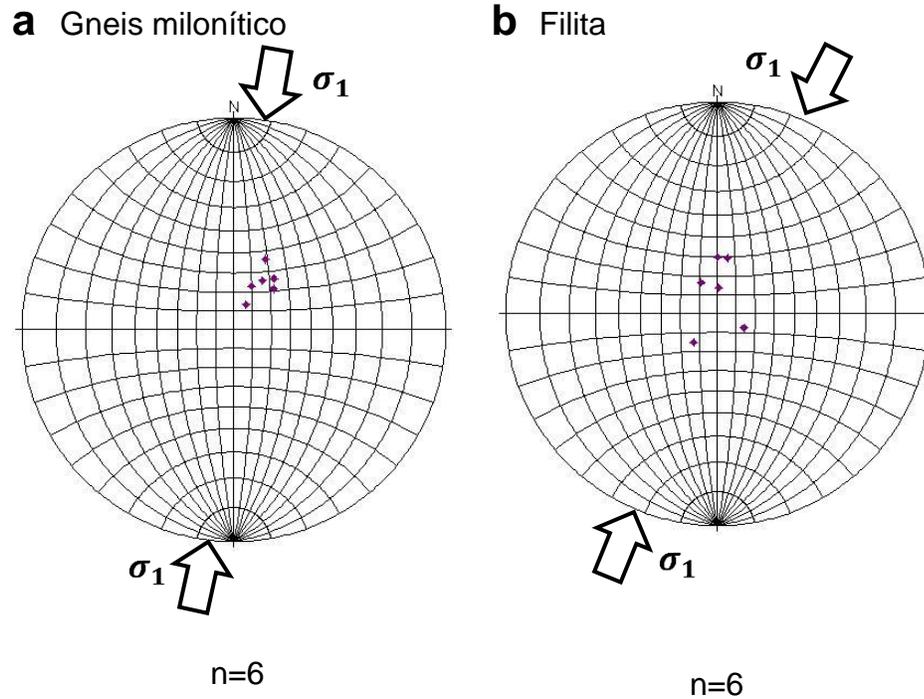
FOTOGRAFÍA 21
GRIETAS DE TENSIÓN EN GNEIS MILONÍTICO EN
LAS CERCANÍAS DEL RÍO UYÚS, UBICADA EN LAS
COORDENADAS UTM: 193511E, 1655354N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

En la figura 13 se muestra la representación estereográfica de las grietas de tensión en la cual se observa que los esfuerzos compresivos se localizan en dirección *NE-SW* en ambos casos.

FIGURA 13
ESTEREOGRAMA DE GRIETAS DE TENSION DE LAS
UNIDADES DE GNEIS MILONÍTICO Y FILITA



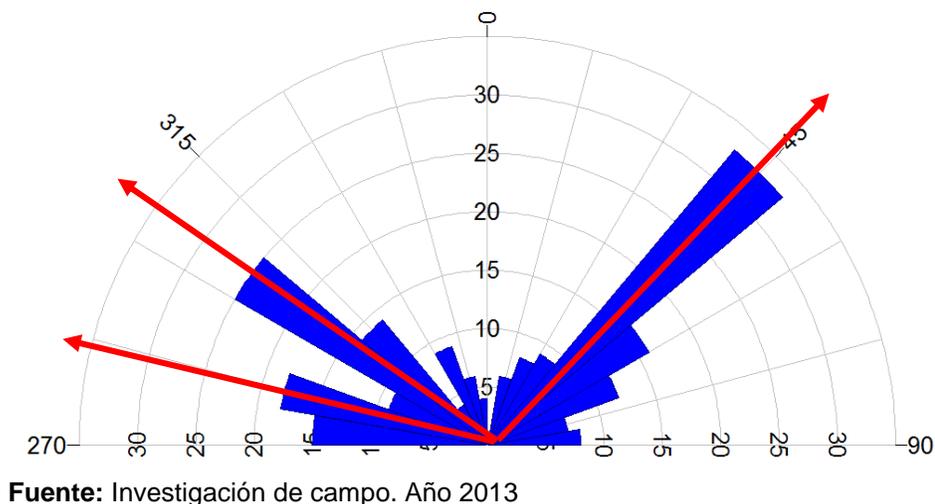
Fuente: Investigación de campo. Año 2013

4.2.5 Fracturas

Son estructuras geológicas resultantes del comportamiento frágil debido a los esfuerzos locales.

Como se puede apreciar en la figura 14 las fracturas presentan tres familias principales. Siendo la familia 1= N040, familia 2=N305 y familia 3=N285.

FIGURA 14
DIAGRAMA DE ROSETA DE LAS PRINCIPALES
FAMILIAS DE FRACTURA DEL ÁREA



4.2.6 Fallas

Las fallas son fracturas producidas por esfuerzos tectónicos. Las masas de roca fracturadas presentan desplazamiento según el plano de rotura, en sentido horizontal o vertical o por torsión.¹¹ Estas han mostrado en el área disposiciones distintas, que se han clasificado según el desplazamiento que presentan, el ángulo y el *pitch*.

Las fallas fueron localizadas en: la Unidad de Gneis Milonítico, Filita, Peridotita Serpentinizada y Mármol.

Según esta clasificación se cuenta con fallas de tipo: normales puras, normales dextrales, inversas puras, inversas dextrales, inversas sinestrales, sinestrales normales, sinestrales inversas, dextrales normales y dextrales inversas.

¹¹ Modificado de: Herrero, Nieve, Nociones de Geología Estructural.

a) Fallas normales

Se caracterizaron por la evidencia del descenso del bloque techo con respecto al bloque piso, a través de esfuerzos distensivos. Las fallas normales se identificaron como fallas normales puras, normales dextrales y normales inversas.

FOTOGRAFÍA 22 FALLA NORMAL EN LA UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO, UBICADA AL NORTE DEL RÍO UYÚS EN LAS COORDENADAS *UTM*: 193340E, 1655795N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, Año 2013

i. Fallas normales puras

Se caracterizan por poseer un *pitch* mayor a 80° como se muestra en la tabla 7; en el área se localizaron dos fallas de este tipo.

TABLA 7
FALLAS NORMALES PURAS

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | Pitch | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 85 | 149 | 80 | <i>NE</i> |
| 85 | 242 | 80 | <i>NW</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

ii. **Fallas normales dextrales**

Se caracteriza por tener un sentido de movimiento normal en la vertical y dextral en la horizontal, así como un ángulo de cabeceo de entre 45° y 80°. Como se observa en la tabla 8 en el área se presentan cinco fallas de este tipo.

TABLA 8
FALLAS NORMALES DEXTRALES

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | Pitch | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 81 | 57 | 50 | <i>SE</i> |
| 84 | 98 | 70 | <i>SW</i> |
| 20 | 255 | 47 | <i>NE</i> |
| 18 | 278 | 46 | <i>NW</i> |
| 65 | 130 | 75 | <i>SE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

b) Fallas inversas

Son generados a través de esfuerzos compresivos en donde el bloque techo sube y el bloque base baja, en el área de estudio han sido identificadas fallas inversas puras, inversas dextrales e inversas sinestrales. Una falla de este tipo es observada en la fotografía 23.

FOTOGRAFÍA 23
FALLA INVERSA EN LA UNIDAD DE PERIDOTITA
SERPENTINIZADA, UBICADA EN LA FINCA EL
COCO, EN LAS COORDENADAS UTM: 194865E,
1654127N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

i. Fallas inversas puras

Éste tipo de fallas se caracterizaron en campo por poseer un ángulo de *pitch* mayor a 80° y un movimiento inverso. En el área se localizaron dos fallas con este tipo de movimiento como se observa en la tabla 9.

TABLA 9
FALLAS INVERAS PURAS

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | <i>Pitch</i> | Sentido |
|------------|-------------------------|--------------|---------|
| 70 | 30 | 80 | NE |
| 50 | 358 | 85 | SE |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

ii. Fallas inversa dextrales

Estas fallas se caracterizan por tener un sentido de movimiento inverso en la vertical y dextral en la horizontal, así como indicadores cinemáticos que muestran su desplazamiento. En el área se presentaron cuatro fallas con este tipo de movimiento como se muestra en la tabla 10.

**TABLA 10
FALLAS INVERSAS DEXTRALES**

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | <i>Pitch</i> | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| 14 | 42 | 40 | <i>NE</i> |
| 56 | 244 | 35 | <i>SW</i> |
| 50 | 300 | 48 | <i>NW</i> |
| 17 | 110 | 30 | <i>SE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

iii. Fallas inversas sinestrales

Se caracterizan por tener un sentido de movimiento inverso en la vertical y sinistral en la horizontal y un de *pitch* entre 45° y 80°. En el área se presentan tres fallas de este tipo, como se puede observar en la tabla 11.

**TABLA 11
FALLAS INVERSAS SINISTRALES**

| Buzamiento | Dirección | <i>Pitch</i> | Sentido |
|-------------------|------------------|---------------------|----------------|
| 38 | 342 | 55 | <i>NW</i> |
| 60 | 164 | 44 | <i>SE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

c) Fallas de rumbo

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 de movimiento es horizontal.

i. Fallas sinestrales inversas

Son fallas en las cuales los planos de falla poseen una menor componente vertical y los esfuerzos son casi horizontales hacia la izquierda. Éste tipo de fallas se caracterizaron en campo por tener un ángulo de *pitch* entre 10° y 45° . En el área se encontraron cuatro fallas de éste tipo como se puede observar en la tabla 12.

TABLA 12
FALLAS SINISTRALES INVERSAS

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | <i>Pitch</i> | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| 14 | 42 | 40 | <i>NE</i> |
| 56 | 244 | 35 | <i>SW</i> |
| 50 | 300 | 48 | <i>NW</i> |
| 17 | 110 | 30 | <i>SE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

ii. Fallas sinestrales normales

Son fallas en las cuales los planos de falla poseen una menor componente vertical y los esfuerzos son casi horizontales hacia la izquierda. Éste tipo de fallas se caracterizaron en campo por tener un ángulo de *pitch* entre

10° y 45°. En el área se encontró una falla de éste tipo como se puede observar en la tabla 13.

TABLA 13
FALLA SINISTRAL NORMAL

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | <i>Pitch</i> | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| 80 | 135 | 25 | <i>NE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

iii. Fallas dextral inversa

Son fallas en las cuales los planos de falla poseen una menor componente vertical y los esfuerzos son casi horizontales hacia la derecha. Éste tipo de fallas se caracterizaron en campo por tener un ángulo de *pitch* entre 10° y 45°. En el área se encontraron dos fallas de éste tipo como se puede observar en la tabla 14.

TABLA 14
FALLAS DEXTRALES INVERSAS

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | <i>Pitch</i> | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| 72 | 165 | 17 | <i>SW</i> |
| 68 | 24 | 35 | <i>SE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

iv. Fallas dextrales normales

Son fallas en las cuales los planos de falla poseen una menor componente vertical y los esfuerzos son casi horizontales hacia la derecha. Éste tipo de fallas se caracterizaron en campo por tener un ángulo de *pitch* entre 10° y 45°. En el área se encontraron dos fallas de éste tipo como se puede observar en la tabla 15.

**TABLA 15
FALLA DEXTRAL NORMAL**

| Buzamiento | Dirección de buzamiento | <i>Pitch</i> | Sentido |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|
| 80 | 285 | 21 | <i>NE</i> |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

4.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Las unidades geomorfológicas del área han sido consideradas y delimitadas por aspectos como: diferencia de altura y pendientes, las cuales corresponden a unidades de origen denudacional, antrópico denudacional y agradacional desarrollados por factores fluviales, pluviales y antrópicos. Para la determinación de las unidades geomorfológicas se utilizó el cuadro de relación de unidades, subunidades y geoformas de la tabla 16.

**TABLA 16
RELACIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS,
SUBUNIDADES Y GEOFORMAS**

| Unidad geomorfológica | Subunidad geomorfológica | Geoformas |
|----------------------------------|---------------------------------|---|
| De origen denudacional | Colinas y lomas | <ul style="list-style-type: none"> • Deslizamientos • Cimas • Crestas • Montañas redondas |
| | Gargantas | <ul style="list-style-type: none"> • Surcos • Erosión • Laderas erosionables • Cárcavas • Escarpes • Laderas de acumulación |
| De origen agradacional | Terrazas | <ul style="list-style-type: none"> • Terraza de río |
| | Valles Coluvión-aluvionales | <ul style="list-style-type: none"> • Cause de río, planicie aluvial • Llanura de inundación • Acantilado |
| De origen antrópico denudacional | Obras de ingeniería | <ul style="list-style-type: none"> • Ladera cortada parcialmente • Mina • Canteras |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según los modelos de elevación digital, en el área se han encontrado elevaciones entre los 240 msnm y 500 msnm, según el mapa de pendientes (Mapa 7) determinado según la tabla 17 donde se catalogan las laderas según el ángulo de inclinación, donde se ubicaron las pendientes en el sur como laderas suave, variaciones en la parte central que van suaves a moderadas y pendientes fuertemente inclinadas en la parte norte.

TABLA 17
GRADOS DE INCLINACIÓN DE PENDIENTES SEGÚN
UMBRALES MORFODINÁMICOS

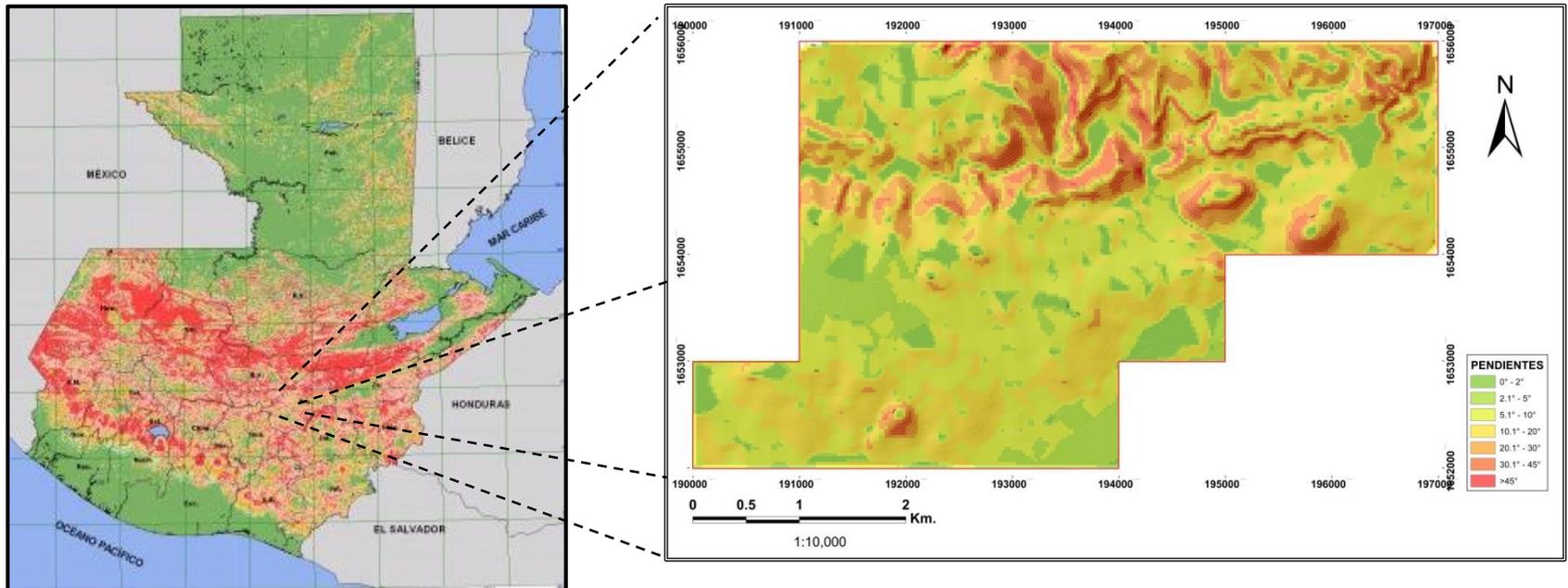
| INCLINACIÓN (grados) | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------|--------------------|
| 0°-2° | Horizontal |
| 2.1°-5° | Suave |
| 5.1°-10° | Moderada |
| 10.1°-20° | Fuerte |
| 20.1° - 30° | Muy fuerte |
| 30.1° - 45° | Escarpada |
| > 45° | Muy Escarpada |

Fuente: Clasificación de Pendientes. Araya, Vergara y Borgel 1972; Young 1975; y Ferrando 1993. Modificada y presentada por MESINA 2003. Dirección Web: http://www.e-seia.cl/archivos/f18_Anexo_8_GyG.pdf Fecha de consulta: 30/11/2013

4.3.1 Unidades de origen denudacional

Son las formas resultantes de la meteorización y erosión de las unidades de roca y las capas de suelo, debido a factores como escorrentía y rasgos estructurales. Dentro de las formas encontradas en el área de estudio se han localizado remociones en masa, laderas, surcos entre otros.

MAPA 7 DENSIDAD DE PENDIENTES REGIONAL Y PENDIENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO



| Rasgos De Pendiente | Descripción |
|---|-------------------------|
| ■ 0.4% | Plano |
| ■ 4-8% | Suavemente inclinado |
| ■ 8-16% | Moderadamente inclinado |
| ■ 16-32% | Inclinado |
| ■ >32% | Fuertemente inclinado |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

a) Subunidad de Colinas (Col)

Las colinas y lomas son definidas como elevaciones del terreno de poca altura las cuales sobresalen de las áreas adyacentes, delimitan microcuencas de acuerdo a la topografía desarrollándose espinazcos o parteaguas. Son apreciadas en la fotografía 24.

**FOTOGRAFÍA 24
SUBUNIDAD DE COLINAS LOCALIZADA AL NORTE
DEL ÁREA**

Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

b) Crestas (Cr)

Las crestas son definidas como unidades geomorfológicas características de la cumbre de formaciones orogénicas, estas son generadas por erosiones pluviales de las capas del suelo y unidades de roca.

En el área de estudio han sido caracterizadas por terminaciones orogénicas angulosas a subredondeadas, las cuales se encuentran cubiertas por vegetación seca característica del área y algunos flancos utilizados como zonas de siembra.

FOTOGRAFÍA 25 CRESTAS, VISTA HACIA EL RÍO UYÚS



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

c) Surcos (Sr)

Unidad geomorfológica causada por la erosión de las capas del suelo debido a la escorrentía de las aguas pluviales que marca socavamientos, causa de éstas.

En el área de estudio fueron observados surcos al nor-oeste, en la Unidad de Peridotita Serpentinizada, las cuales se caracterizaban por poseer profundidades menores a dos metros.

FOTOGRAFÍA 26
SURCOS EN PERIDOTITA SERPENTINIZADA
UBICADA EN LAS COORDENADAS UTM: 191072E,
1655571N



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

d) Subunidad de laderas (Lad)

Unidad geomorfología que tiene como génesis esfuerzos tectónicos o plegamiento, rasgos estructurales que ha sido moldeados por acciones erosivas de las aguas pluviales.

FOTOGRAFÍA 27 SUBUNIDAD DE LADERAS EN LA PARTE CENTRAL DEL ÁREA



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

i. Subunidad de ladera suave (LSv)

Se localiza en la parte sur del área, principalmente en la Unidad de Peridotita Serpentinizada, posee pendientes que varían de 15° a 25° y elevaciones de 230 msnm a 300 msnm.

Se caracteriza por la presencia de depósitos de material coluvional y aluvial reciente, distinguida por pendientes medias con poca evidencia de reptación. Ejemplo de esta subunidad se observa en la fotografía 28.

FOTOGRAFÍA 28
LADERAS SUAVES EN UNIDAD DE PERIDOTITA
SERPENTINIZADA



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

ii. Subunidad de ladera abrupta (Lab)

Se localiza en la parte central del área principalmente en la Unidad de Filita y Peridotita Serpentinizada, se forma en pendientes que varían de 22° a 35° , en elevaciones que van de 300 msnm a 500 msnm, cubierta de vegetación característica del lugar y movimientos de ladera. Ejemplo de esta subunidad se pueden apreciar en la fotografía 29.

FOTOGRAFÍA 29 LADERAS ABRUPTAS EN EL RÍO UYÚS



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

iii. Subunidad de laderas escarpada (Les)

Se localiza en la parte central del área, se ha denominado de esta forma debido al ángulo de la pendiente que varía entre 36° a 46° . Se identifica principalmente sobre la Unidad de Milonita y Filita relacionado a movimientos estructurales y la escorrentía.

Esta unidad se encuentra cubierta por suelos derivados de las mismas unidades litológicas, así como de vegetación característica de la localidad, tienden a variar sobre las elevaciones de 280 msnm hasta 500 msnm. Ejemplo de este tipo de laderas se aprecia en la fotografía 30.

FOTOGRAFÍA 30
LADERAS ESCARPADAS EN LA PARTE NORTE DEL
ÁREA, FINCA EL PALMAR



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

e) Movimiento de ladera

Son movimientos geológicos dinámicos generados bajo la influencia principal de la gravedad, como también por agentes como el tipo de roca, la precipitación pluvial, la erosión, actividad sísmica entre otros. En el área se identificaron: caída de rocas, deslizamiento rotacional y deslizamiento traslacional.

i. Caída de roca (CRx)

Son generados por desprendimientos en el talud de bloques, guijarros y granos de roca, que ante procesos de meteorización mecánica y gravedad caen. En el área de estudio son muy comunes y están muy relacionados a la Unidad de Peridotita Serpentinizada en laderas rectas y escalonadas. En la tabla 18 se describe la localización de este tipo de movimientos así como su orientación.

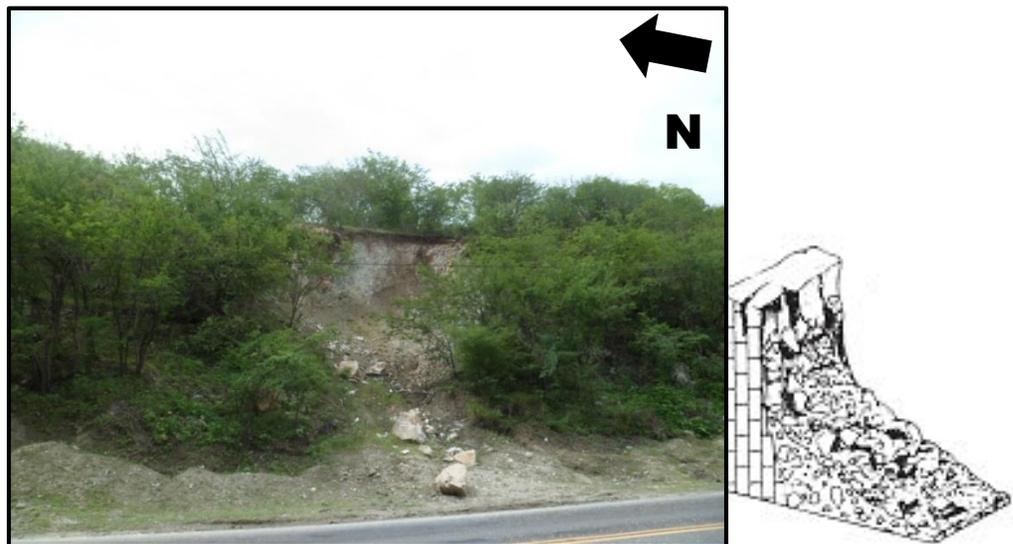
**TABLA 18
CAÍDAS DE ROCA EN EL ÁREA**

| Localización | | Dirección |
|--------------|---------|-----------|
| Este | Norte | |
| 193527 | 1654590 | N148 |
| 193446 | 1654350 | N312 |
| 193234 | 1653737 | N265 |
| 193377 | 1654971 | N070 |
| 195263 | 1654869 | N160 |
| 196228 | 1655069 | N350 |
| 194289 | 1653317 | N130 |
| 194053 | 1653113 | N110 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

En la fotografía 31 se observa cómo se han generado dichas caídas de roca en el área, así como un esquema generalizado del comportamiento de dichas movimientos de ladera. La dimensión aproximada de 5 m de altura y 3 m de ancho.

**FOTOGRAFÍA 31
CAÍDA DE ROCAS EN LA CARRETERA CA-9**



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez, año 2013

ii. Deslizamiento de tipo rotacional (DRot)

Elemento geomorfológico que se caracteriza por desarrollar una superficie cóncava. Esta subunidad se ha observado en la Unidad de Peridotita Serpentinizada, en la carretera CA-9. Es poco común en el área y está relacionada con la precipitación pluvial y la erosión, su ubicación se describe en la tabla 19.

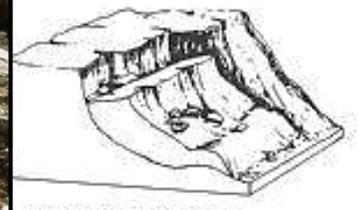
TABLA 19
DESLIZAMIENTOS ROTACIONALES

| Localización | | Rumbos |
|--------------|---------|--------|
| Este | Norte | |
| 195952 | 1655059 | N160 |

Fuente: Elaboración propia en base a Etapa de Campo 2013

La fotografía 32 muestra la formación de un deslizamiento tipo rotacional, la parte superior presenta agrietamientos y a medida que el talud disminuye, se forman escalones que lo segmentan.

FOTOGRAFÍA 32
DESLIZAMIENTO DE TIPO ROTACIONAL UBICADO
EN LA CARRETERA CA-9



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez. Año 2013

4.3.2 Unidades de origen antrópico denudacional

Esta unidad tiene génesis de origen antrópico es decir intervención del hombre, dichas acciones consiste en la realización de remociones de terreno, tala de árboles, desviación de afluentes hídricos, explotación de recursos minerales entre otros.

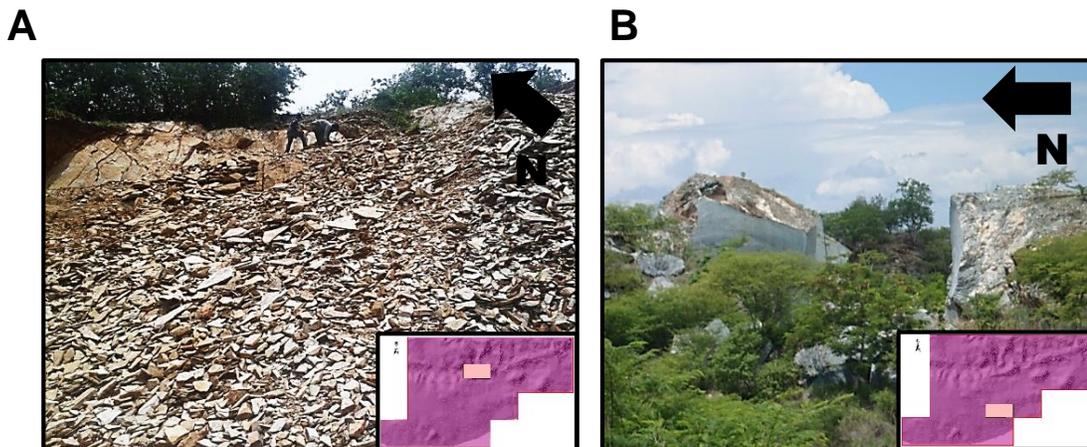
a) Subunidad de canteras (Can)

Fueron localizadas dos canteras, ambas en la carretera que conduce del Manzanotal hacia la finca El Palmar.

La primera es una cantera de filita, localizada en la finca El Palmar; esta roca es explotada para la venta de materiales de construcción, debido al atractivo es extraída en bloques utilizados para fachadas de viviendas y pisos, conocidas en el mercado como lajas. Se observa en la fotografía 33a.

La segunda cantera ubicada hacia el sur, en las cercanías de aldea El Manzanotal, es una cantera de mármol que en la actualidad ha cesado actividades. Se han observado restos de material extraídos de la cantera, así como cortes en las laderas donde se extraía el material (Fotografía 33b).

FOTOGRAFÍA 33 CANTERAS DE FILITA Y DE MÁRMOL



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez. Año 2013.

4.3.3 Unidades de origen agradacional

Unidad geomorfológica resultante de la depositación y sedimentación de unidades de roca y capas del suelo generadas por la erosión de las aguas fluviales y pluviales de las unidades geológicas. Contienen fragmentos de rocas transportados hasta el lugar por factores erosivos, así como a agentes fluviales regionales.

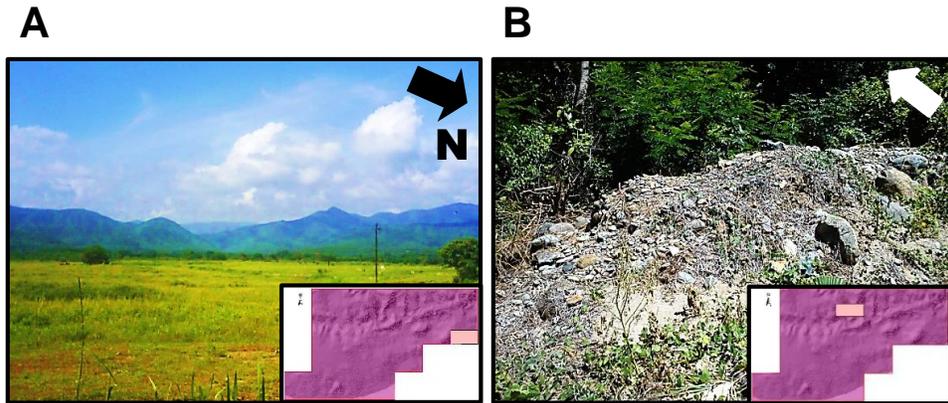
a) Subunidad de valles coluvionales-aluviales (Col-AI)

Las subunidades de depósito aluviales están localizadas en las cercanías al cauce del río Motagua en la parte sureste del área en la carretera que conduce a la finca Trujillo, en la vereda que conduce de la finca Chatún hacia finca El Palmar y en la ribera del río Uyús.

Estas son constituidas por rocas propias de la unidades litológicas de la región, los fragmentos encontrados en su mayoría son cantos angulosos, subredondeados y redondeados que van desde fragmentos de 0,1 m a 1 m, como parte constituyente de estos

horizontes se encuentran fragmentos de vegetación propias del lugar.

FOTOGRAFÍA 34 SUBUNIDAD DE ALUVIÓN



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez. Año 2013

b) Terrazas (Ter)

Se encuentra localizada en las cercanías al cauce del río Uyús, esta subunidad tiene como génesis la depositación de material transportado por la corriente de agua, lo que la hace muy reciente.

Se localizan cubierta de suelo y vegetación por lo que está constituida de rocas subredondeadas en la diversidad litológica del área y parte de suelo.

Un ejemplo de esta unidad en el área se puede apreciar en la fotografía 35

FOTOGRAFÍA 35
SUBUNIDAD DE TERRAZAS EN EL RÍO UYÚS



Tomada por: Dulce María Esther González Domínguez. Año 2013

Las unidades y objetos geomorfológicos son ubicados en el mapa 9 (Anexos).

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos en la elaboración de este estudio, así mismo se desarrolla el análisis de dichos resultados para construir las posteriores conclusiones.

5.1 ESTRATIGRAFÍA LOCAL

El área de estudio se encuentra constituida por las unidades litoestratigráficas de Gneis Milonítico, Filita, Peridotita Serpentinizada, Mármol, Cenizas Volcánicas, Coluvión y Aluvión que según Bosc¹⁰ pertenecen a la formación San Agustín, Grupo El Tambor y Complejo las Ovejas, unidades relacionadas a la Zona de Sutura del Motagua.

En la parte norte se ha localizado la Unidad de Gneis Milonítico, colocándose en contactos discordantes en la parte inferior de la Unidad de Filita, aproximadamente en dirección N060.

Presenta una mineralogía con cambios laterales de este a oeste, localizándose un porcentaje mayor de cuarzo en la parte oeste a diferencia del este, que presenta mineralogía constituida por cuarzo, granates, anfíboles y cloritas.

¹⁰ Bosc, Erick Antonie, *Geology of the San Agustín Acasaguastlán Quadrangle and northeastern part of the El Progreso Quadrangle*. Thesis doctor of philosophy. Rice University. 1 997.

Presenta indicadores cinemáticos sinestrales, con textura protomilonítica, determinada por el porcentaje de matriz que exhibe. Los análisis han manifestado que el porcentaje de matriz es menor, contrarrestado con el porcentaje de blastos-porfidobástos, tal es el caso de las secciones con contenido granatífero.

La filita que se localizó en la parte central del área se extiende de este a oeste, se ha encontrado en la parte norte en contacto discordante con la Unida de Milonita, mientras que en la parte sur se encuentra en contacto fallado con la Unidad de Peridotita Serpentinizada, dicho contacto es de tipo inverso.

La génesis de la filita se debe a la transición metamórfica en una serie de rocas arcillosas entre la pizarra y el esquisto, por condiciones tanto de temperatura y presión muy baja que la han alterado levemente haciéndola poseer una coloración verdosa con mineralogía muy fina.

Dicha mineralogía en sección delgada posee una matriz bandeada de clorita, moscovita y algunos cuarzos muy pequeños como se puede observar en las descripciones petrográficas (Anexo 7), así como minerales en menor cantidad de epidota, anfíboles, cuarzo y ocasionales feldespatos y minerales metálicos.

En la parte sur del área en riberas del río Motagua se ubica una franja de peridotita serpentinizada que forma laderas con pocas pendientes, en su mayoría suaves, ubicando sobre ella las Unidades Aluvionales y Coluvionales.

Forma un contacto fallado con la Unidad de Filita en el norte, el cual indica que la peridotita cabalga sobre la Unidad de Filita, en una falla inversa con una orientación $72^{\circ}/N165$ y un movimiento tipo sinistral. En las

cercanías a la falla se encuentra una franja de brecha producida por el movimiento de dicha falla.

Dentro de la Unidad de Peridotita Serpentinizada se han localizado pequeños lentes de anfibolitas, limitados como pequeños bloques.

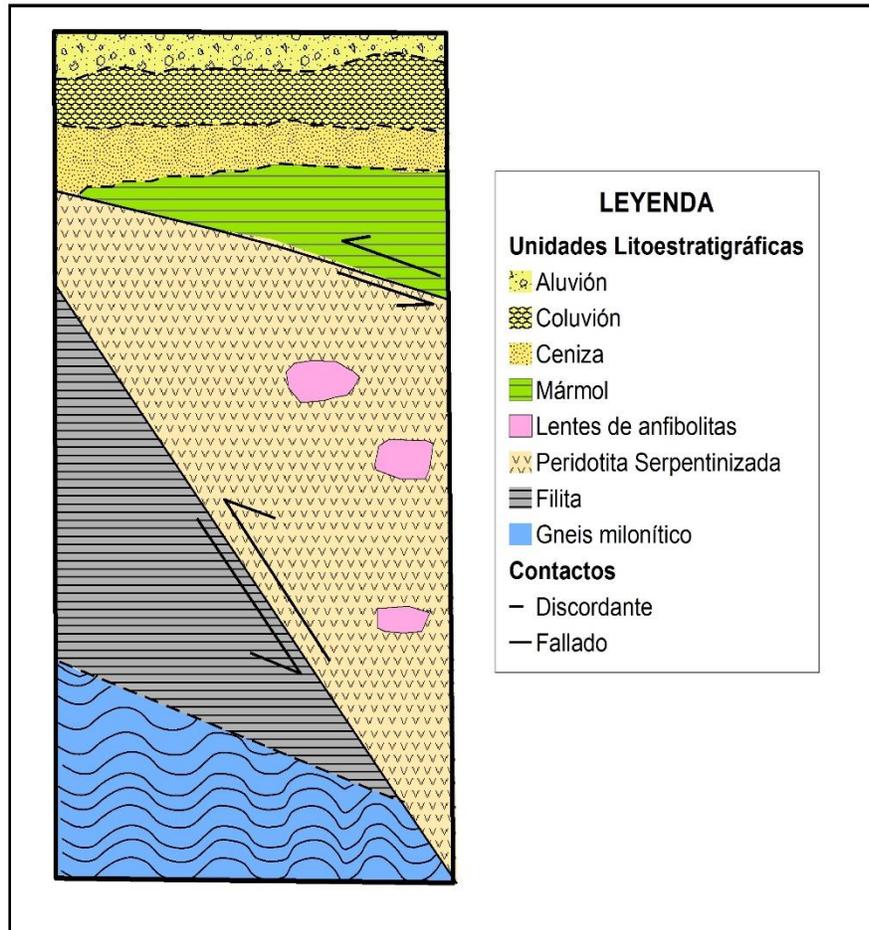
La mineralogía de la peridotita serpentinizada consiste principalmente en serpentinita, y en un porcentaje menor de ortopiroxenos y minerales opacos a diferencia de la peridotita que consiste principalmente en olivinos y piroxenos.

Sobre la Unidad de Peridotita Serpentinizada aflora una capa de mármol, que se encuentra posicionado como un contacto fallado, presenta capas foliadas y plegadas con espesores variados y coloraciones de grises a blancos.

El mármol presenta grano grueso y en muestra de mano pequeñas coloraciones verdosas que evidencia la presencia de epidota. Su mineralogía está constituida por calcita, moscovita, epidota y minerales opacos, estos observados en sección delgada.

El orden litológico es observado en la columna litoestratigráfica de la figura 15, muestra la disposición de las unidades litológicas del área, mientras que los contactos son observados con mayor precisión en el mapa 9, denominado Mapa Geológico (Anexo 1), en el cual describe la distribución espacial de las unidades litológicas observadas en el área.

FIGURA 15
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA LOCAL



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.2 FACIES METAMÓRFICAS

En la localidad ha sido observado un descenso de temperatura y presión de la parte norte del área hacia la parte sur, esto se explica por una serie de minerales típicos, los cuales se forman solo en rocas con una composición química determinada y bajo condiciones de temperatura y presiones definidas, conocidos como facies metamórficas.

Las facies ubicadas en el área corresponden a facies de anfibolitas y facies de esquistos verdes. Estas han sido determinadas según las

asociaciones mineralógicas propuestas por Miyashiro (1973)¹¹, identificadas según el análisis microscópico de las distintas secciones delgadas (Anexo 7).

La facie de anfibolitas se ubica en la parte norte del área, principalmente en la Unidad de Gneis Milonítico. El contenido mineral de estas facies y las variedades mineralógicas vistas en las secciones delgadas son descritas a continuación en la tabla 20.

TABLA 20
CONTENIDO MINERAL Y FACIE MINERAL A LA QUE
CORRESPONDE

| No. Muestra | Qtz. | Grt. | Msc. | Bio. | Alb. | Mic. | Hor. | Clr. | Epi. | Opacos | Facies Metamórficas |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|---------------------|
| DG02 | 70 % | -- | -- | 5 % | 4 % | 5 % | 10 % | -- | 1 % | 5 % | Anfibolitas |
| DG05 | 40 % | 5 % | 15 % | 15 % | -- | 1 % | 20 % | -- | -- | 4 % | Anfibolitas |
| DG10 | 40 % | 15 % | 15 % | 13 % | 5 % | -- | 5 % | 5 % | -- | 2 % | Anfibolitas |
| DG12 | 25 % | 20 % | 25 % | 10 % | -- | -- | 7 % | 7 % | -- | 6 % | Anfibolitas |
| DG14 | 30 % | 10 % | 20 % | 12 % | 3 % | -- | 10 % | 10 % | -- | 5 % | Anfibolitas |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Estas muestras han presentado una mineralogía similar mostrando la paragénesis de anfibolitas observada por variaciones descritas en la tabla 21.

¹¹ Witold Smulikowski, Jacqueline Desmons, Ben Harte, Francesco P. Sassi, Rolf Schmid, PROPUESTA DE LA SUBCOMISIÓN SOBRE SISTEMÁTICA DE ROCAS METAMÓRFICAS DE LA IUGS

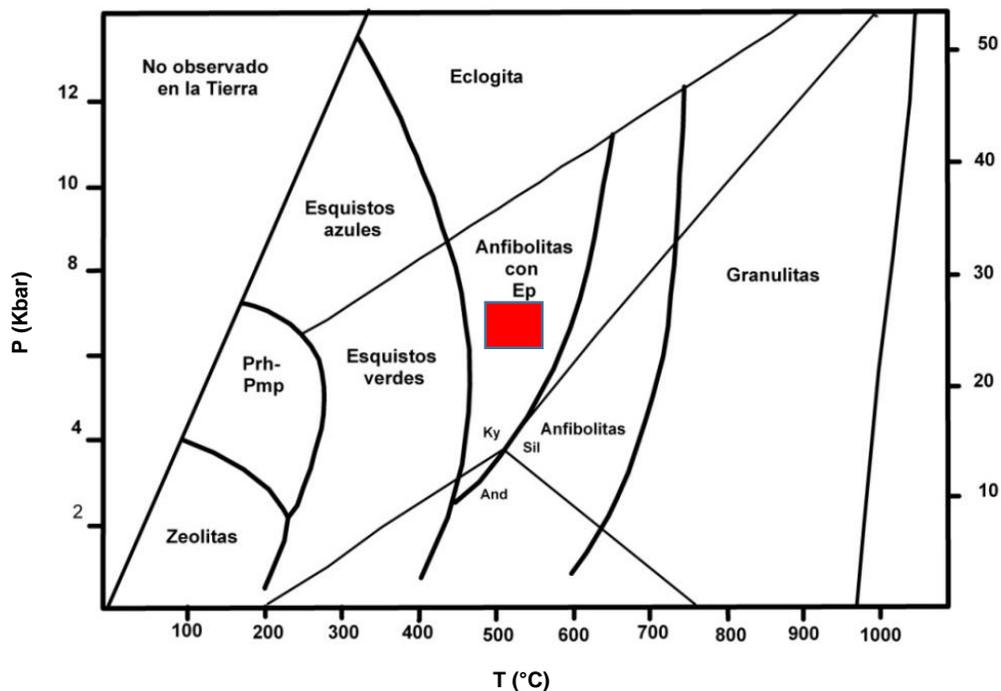
TABLA 21
VARIACIONES EN LAS FACIES DE ANFIBOLITAS

| No. | Facie | Código de muestras | Asociación mineral |
|-----|-------------|--------------------|---|
| 1 | Anfibolitas | DG-02 | Cuarzo + biotita + albita + microclina + hornblenda + epidota + opacos |
| 2 | Anfibolitas | DG-05 | Cuarzo + granate + moscovita + biotita + microclina + hornblenda + opacos |
| 3 | Anfibolitas | DG10, DG14 | Cuarzo + granate + moscovita + biotita + albita + hornblenda + clorita + opacos |
| 4 | Anfibolitas | DG-12 | Cuarzo + granate + moscovita + biotita + hornblenda + clorita + opacos |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según Miyashiro y autores posteriores, estas variaciones hacen referencia a las facies pertenecientes a la serie barrowiense en las cuales los minerales indicadores principales son la asociación hornblenda + plagioclasa (oligoclasa-andesina) ± granate. Estos minerales han sido formados en presiones medias y temperatura media alta (Figura 16).

FIGURA 16
ESQUEMA DE TEMPERATURA Y PRESIÓN DE LAS ANFIBOLITAS



Fuente: Revista de la Asociación Geológica de Argentina Estructura y metamorfismo de la formación la modesta en la estancia el tranquilo (Santa Cruz), Patagonia. Consulta web:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004482 22012000100003. Fecha de consulta: 15/10/2013

La facie de esquistos verdes fue ubicada en las Unidades de Filita, Mármol y Peridotita, en la parte sur del área.

Como principal característica destaca la aparición de minerales de baja presión y baja temperatura como la epidota, la biotita, la clorita y la moscovita de rocas metapelíticas como la filita y rocas metacarbonáticas como el mármol descritas en la serie barroviana.

Las variaciones mineralógicas observadas en las secciones delgadas que se observan en la tabla 22.

TABLA 22
CONTENIDO MINERAL Y FACIE MINERAL A LA QUE
CORRESPONDE

| No. Muestra | Matriz (Mtz) | Cuarzo (Qtz) | Clorita (Clr) | Biotita (Bio) | Moscovita (Msc) | Feldspatos (Fl) | Epidota (Epi) | Calcita (Cl) | Opacos | Anfiboles | Facie Metamórfica |
|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------|--------|-----------|----------------------|
| DG04 | 50 % | 10 % | 20 % | -- | -- | 2 % | 5 % | -- | 8 % | 5 % | Esquistos Verdes |
| DG16 | 33 % | 30 % | 15 % | -- | 10 % | 2 % | -- | 2 % | 8 % | -- | Esquistos Verdes |
| DG17 | 50 % | 10 % | 10 % | -- | 15 % | 5 % | -- | -- | 10 % | -- | Esquistos Verdes |
| DG19 | 20 % | 15 % | 30 % | -- | 20 % | 3 % | -- | 2 % | 10 % | -- | Esquistos Verdes |
| DG27 | 50 % | 10 % | 20 % | 4 % | 10 % | -- | 2 % | -- | 4 % | -- | Esquistos Verdes |
| DG30 | 45 % | 10 % | 10 % | 5 % | 15 % | -- | 5 % | -- | 10 % | -- | Esquistos Verdes |
| DG32 | 45 % | 10 % | 10 % | -- | 15 % | 2 % | 10 % | -- | 8 % | -- | Esquistos Verdes |
| DG34 | 40 % | 10 % | 30 % | -- | 10 % | 2 % | 3 % | -- | 5 % | -- | Esquistos Verdes |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Las secciones descritas en el cuadro anterior pertenecen a rocas metapelíticas mientras que la sección DG024, corresponde a una roca metacarbonática con asociación mineralógica de calcita + moscovita + epidota + opacos, así como la DG039 que presenta asociación correspondiente a minerales como serpentina + ortopiroxenos + minerales opacos, minerales indicadores de presiones y temperaturas medias correspondientes a estas misma clasificación en ambos casos.

TABLA 23
VARIACIONES EN LAS FACIES DE ESQUISTOS VERDES

| No. | Facie | Código de muestras | Asociación mineral |
|------------|------------------|---------------------------|---|
| 1 | Esquistos Verdes | DG04 | Cuarzo + clorita + feldespato + epidota + hornblenda + opacos |
| 2 | Esquistos Verdes | DG16, DG19 | Cuarzo + clorita + moscovita + feldespato + calcita + opacos |
| 3 | Esquistos Verdes | DG17 | Cuarzo + clorita + moscovita + feldespato + opacos |
| 4 | Esquistos Verdes | DG27, DG30 | Cuarzo + clorita + biotita + moscovita + epidota + opacos |
| 5 | Esquistos Verdes | DG32, DG34 | Cuarzo + clorita + moscovita + feldespatos + epidota + opacos |
| 6 | Esquistos Verdes | DG24 | Calcita + moscovita + epidota + opacos |
| 7 | Esquistos Verdes | DG39 | serpentina + ortopiroxenos + minerales opacos |

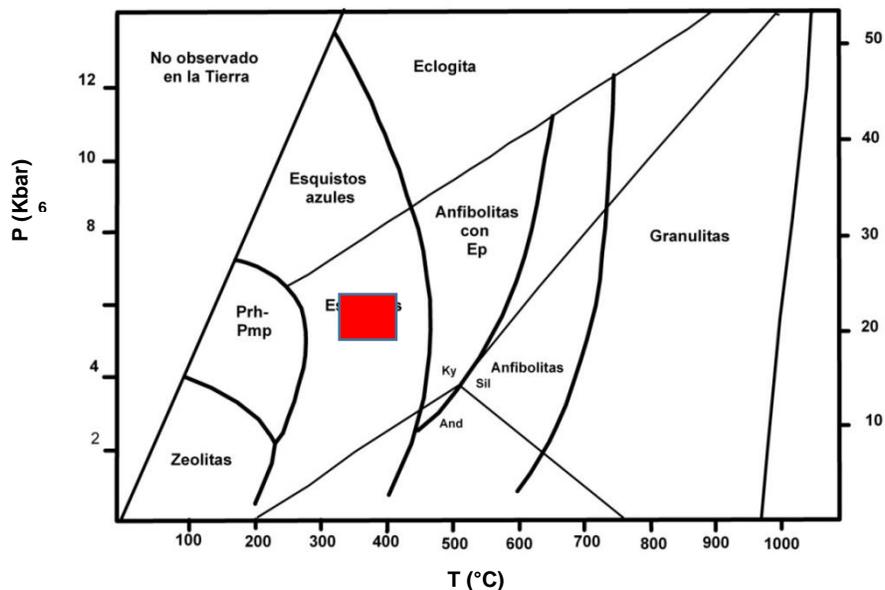
Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según Miyashiro las asociaciones minerales que el describe en este tipo de facies son: actinolita (anfíboles) + albita + clorita + epidota + cuarzo, formados en condiciones de temperaturas y presiones medias, que corresponden a asociaciones establecidas en el cuadro anterior.

Al observar la tabla anterior se puede definir como la temperatura presenta un incremento de este a oeste, ya que los minerales formados en condiciones más altas se encuentran en localidades cercanas a la finca Chacún y a la quebrada Agua Shuca en la parte oeste del área.

Los minerales descritos pertenecen a asociaciones formadas en gradiente geotérmico medios indicados en la figura 17.

FIGURA 17
ESQUEMA DE TEMPERATURA Y PRESIÓN DE LOS
ESQUISTOS VERDES



Fuente: Revista de la Asociación Geológica de Argentina Estructura y metamorfismo de la formación la modesta en la estancia el tranquilo (Santa Cruz), Patagonia. Consulta web: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000448222012000100003. (Fecha de consulta: 15/10/2013)

La relación espacial de las facies metamórficas observadas en el área se pueden observar en el mapa de facies. (Anexo 5).

5.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Para este análisis se toman en cuenta dos variantes, la división del dominio dúctil y el dominio frágil de las rocas. Dentro del dominio dúctil se toman en cuenta la presencia de foliación S_1 , S_2 , y lineaciones, mientras que en el dominio frágil se cuenta con grietas de tensión, fracturas y fallas.

5.3.1 Foliación S_1

Elemento estructural con mayor presencia en el área el cual ha sido localizado la Unidad de Gneis Milonítico, Filita, Peridotita Serpenizada y Mármol.

En la figura 18 se pueden observar el diagrama de roseta donde se logra identificar los rumbos preferenciales de la S_1 distribuidos por unidad.

En la figura 18a, se observa la Unidad de Gneis Milonítico, con dos orientaciones preferenciales, divididas en familias. Familia 1 = N015, familia 2 = N095.

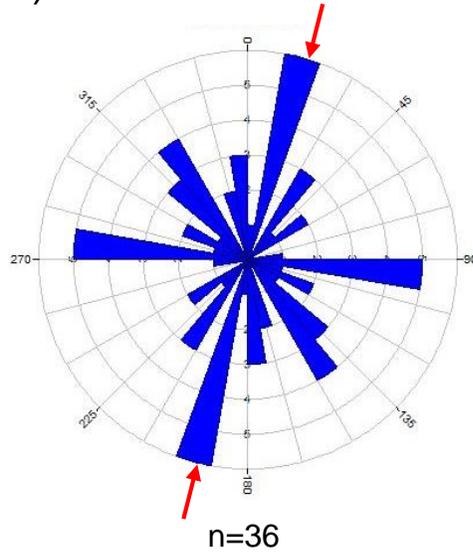
La figura 18b representa a la Unidad de Filita, donde se observa que la orientación preferencial de los planos se ubica en dirección N035.

La Unidad de Peridotita Serpentinizada se representa en la figura 18c la cual presenta dos familias principales, la familia 1=N275 y la familia 2 = N350.

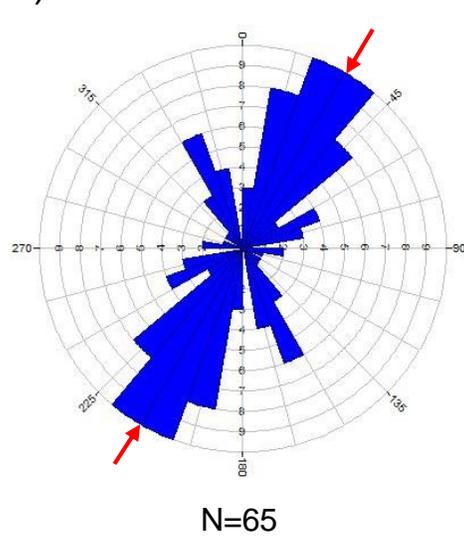
Finalmente en la figura 18d se aprecia la representación de la Unidad de Mármol, representa la orientación preferencial de los planos en dirección N340.

FIGURA 18
DIAGRAMA DE ROSAS DE PLANOS DE FOLIACIÓN
S₁ DE LAS DISTINTAS UNIDADES LITOLÓGICAS

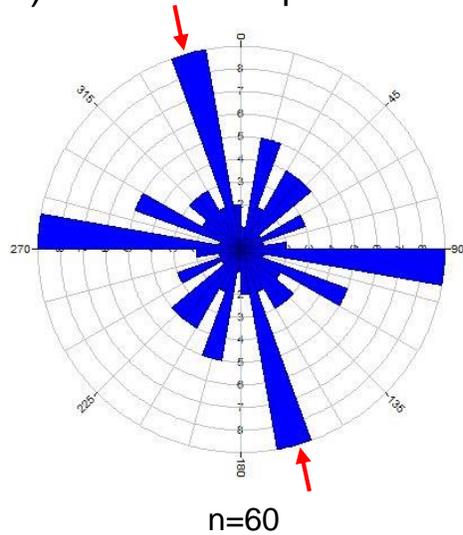
a) Gneis Milonítico



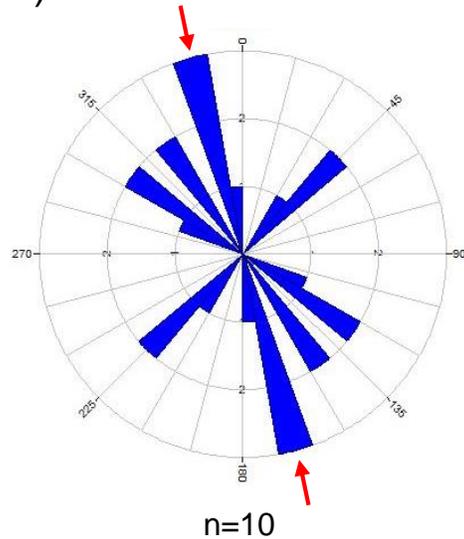
b) Filita



c) Peridotita Serpentinizada



d) Mármol



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según lo indican las figuras anteriores, se ha construido la tabla 24 que muestra los esfuerzos principales en la foliación S₁, en las diversas unidades litológicas.

TABLA 24
ESFUERZOS PRINCIPALES EN LA FOLIACIÓN S₁

| Unidad litológica | Esfuerzos Principales | |
|---------------------------|-----------------------|---------|
| | Sigma 1 | Sigma 3 |
| Gneis Milonítico | N015 | N285 |
| Filita | N035 | N305 |
| Peridotita Serpentinizada | N350 | N080 |
| Mármol | N340 | N070 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3.2 Foliación S₂

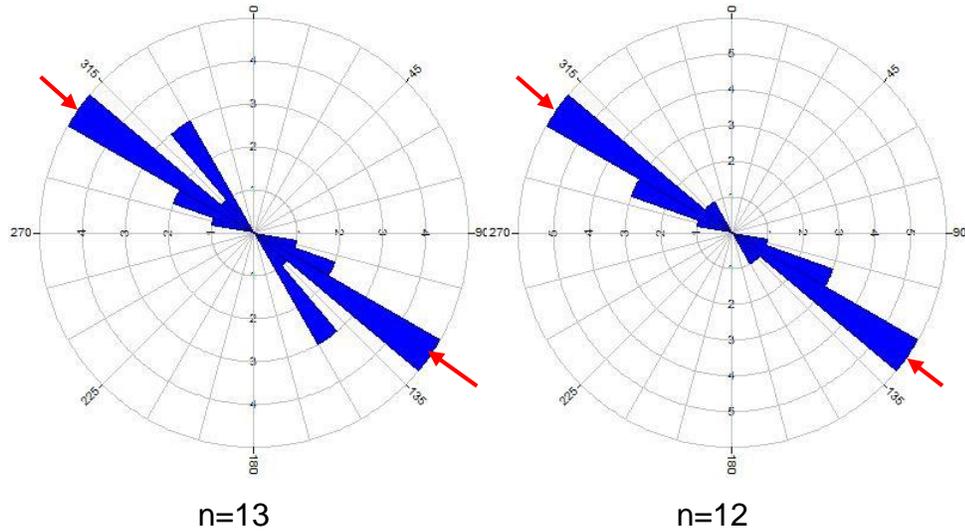
Este elemento estructural ha sido observado en las Unidades de Gneis Milonítico y Filita. En la figura 19 se observan los diagramas de rosa representando esta unidad estructural.

En el diagrama de la figura 19a presenta la S₂ de la Unidad de Gneis Milonítico con una orientación preferencial N325, mientras que en la figura 19b se representa la Unidad de Filita con la misma orientación de la Unidad de Gneis Milonítico, N325.

FIGURA 19
DIAGRAMA DE ROSAS DE PLANOS DE FOLIACIÓN
S₂ DE LAS DISTINTAS UNIDADES LITOLÓGICAS

a) Gneis Milonítico

b) Filita



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según lo evidenciado en la figura anterior los esfuerzos principales que han dado origen a la foliación S₂, se describen en la tabla 25.

TABLA 25
ESFUERZOS PRINCIPALES DE LA FOLIACIÓN S₂

| Unidad litológica | Esfuerzos Principales | |
|---------------------------------|-----------------------|---------|
| | Sigma 1 | Sigma 3 |
| S ₂ Gneis Milonítico | N325 | N055 |
| Filita | N325 | N055 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3.3 Lineaciones

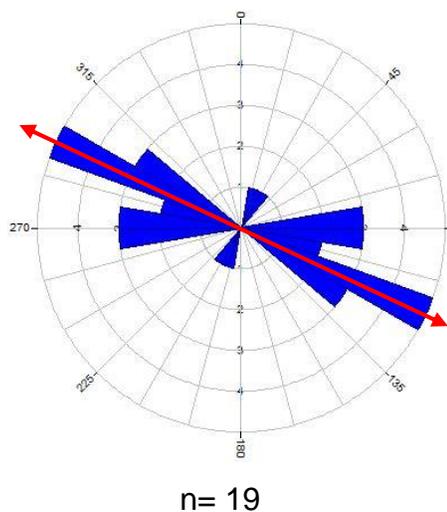
Estas estructuras fueron ubicadas en las Unidades de Gneis Milonítico, Filita y Peridotita Serpentinizada, entre ellas se pueden mencionar los ejes de pliegues, *boudinages* y la lineación mineral.

a) Ejes de pliegues

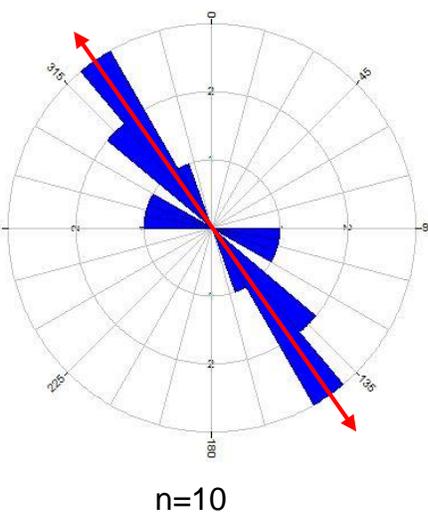
Estas estructuras fueron ubicadas en la Unidad de Gneis Milonítico y Filita. Para su análisis se presentan los diagramas de rosa ubicando los principales esfuerzos compresivos en la figura 20.

FIGURA 20
DIAGRAMA DE ROSAS DE EJES DE PLIEGUE

a) Gneis Milonítico



b) Filita



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según los datos obtenidos en la figura anterior se observa una dirección preferencial en los esfuerzos de ambas unidades, los cuales se muestran en la tabla 26.

TABLA 26
ESFUERZOS PRINCIPALES EN EJES DE
PLIEGUES

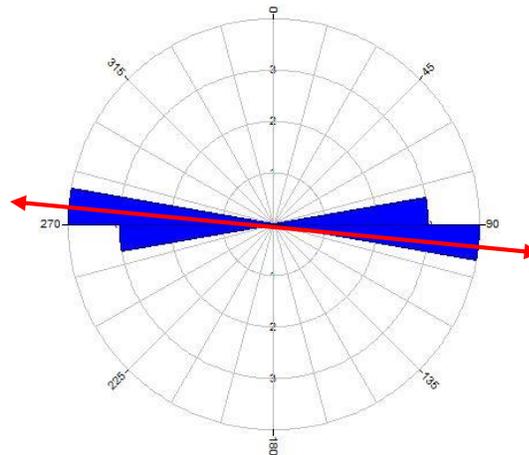
| Litología | Esfuerzos Principales | |
|------------------|-----------------------|---------|
| | Sigma 1 | Sigma 3 |
| Gneis Milonítico | N020 | N290 |
| Filita | N045 | N325 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

b) Lineación mineral

Esta subunidad estructural se localiza principalmente en la Unidad de Gneis Milonítico, su representación gráfica se localiza en la figura 21 y muestra una dirección preferencial N275.

FIGURA 21
DIAGRAMA DE ROSAS DE LA LINEACIÓN
MINERAL



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según los datos obtenidos en la figura anterior se observa una dirección principal en los esfuerzos de esta unidad estructural como se observan en la tabla 27.

TABLA 27
ESFUERZOS PRINCIPALES DE LA LINEACIÓN
MINERAL

| Esfuerzos Principales | |
|-----------------------|---------|
| Sigma 1 | Sigma 3 |
| N005 | N275 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

c) Ejes de *boudinage*

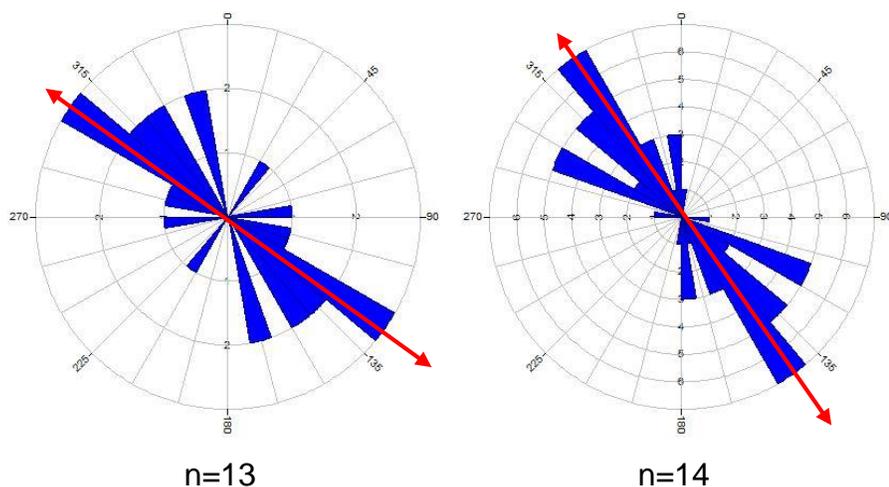
Estas estructuras han sido identificadas en las Unidades de Gneis Milonítico y Filita.

Como se observa en la figura 22a la representación gráfica de *boudinages* en la Unidad de Gneis Milonítico posee a una orientación preferencial N305, mientras que en la Unidad de Filita representada en la figura 22b presenta una dirección preferencial N325.

FIGURA 22
DIAGRAMA DE ROSAS DE LOS EJES DE
BOUDINAGE

a) Gneis Milonítico

b) Filita



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Lo descrito en la figura anterior ejemplifica la dirección preferencial de los esfuerzos que llevaron a la formación de las estructuras, los cuales se muestran en la tabla 28.

TABLA 28
ESFUERZOS PRINCIPALES EN LOS EJES DE
BOUDINAGES

| Litología | Esfuerzos Principales | |
|------------------|-----------------------|---------|
| | Sigma 1 | Sigma 3 |
| Gneis milonítico | N035 | N305 |
| Filita | N055 | N325 |

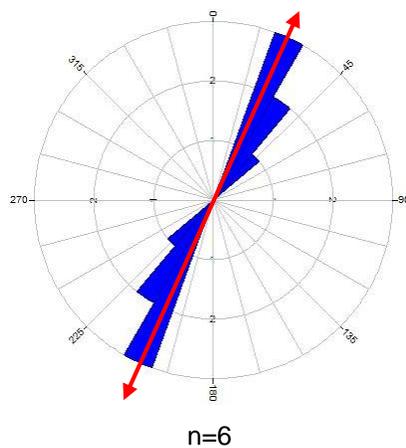
Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3.4 Grietas de tensión

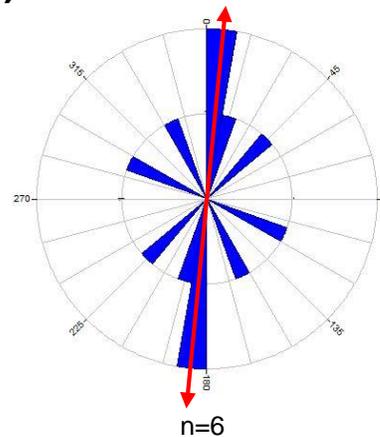
Fueron localizadas en las Unidades de Gneis Milonítico y Filita, son estructuras del dominio frágil y su representación gráfica se observa en la figura 23.

FIGURA 23
DIAGRAMA DE ROSAS DE LAS GRIETAS DE TENSIÓN

a) Gneis Milonítico



b) Filita



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Según los datos obtenidos en la figura anterior se observa una dirección principal en los esfuerzos de ambas unidades, los cuales se muestran en la tabla 29.

TABLA 29
ESFUERZOS PRINCIPALES LAS GRIETAS DE
TENSIÓN

| Litología | Esfuerzos Principales | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| | Sigma 1 (σ_1) | Sigma 3 (σ_3) |
| Gneis milonítico | N015 | N305 |
| Filita | N005 | N275 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3.5 Fracturas

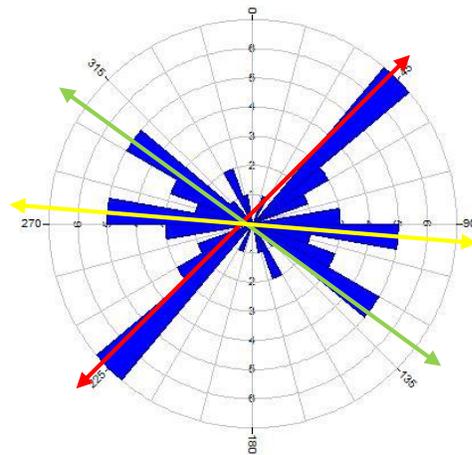
Estructuralmente es el elemento más constitutivo del área, localizado en todas las unidades litológicas ya que representa planos de debilidad en la roca sin movimiento.

Se analizaron las fracturas para cada unidad litoestratigráfica, las cuales muestran las siguientes familias y son representados en la figura 24.

- Gneis Milonítico: Familia 1 = N045, familia 2 = N95 y familia 3 = 125.
- Filita: Familia 1 = N045, Familia 2 = N55 y familia 3 = N125.
- Peridotita Serpentinizada: Familia 1 = N125, familia 2 = N095 y familia 3 = N115.
- Mármol: Familia = N045.

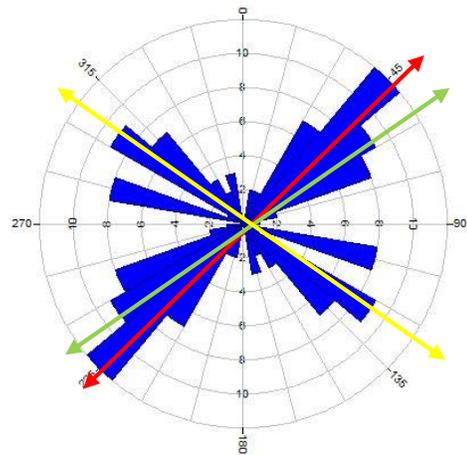
FIGURA 24
DIAGRAMA DE ROSAS DE LAS FRACTURAS EN LAS
DISTINTAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

a) Gneis Milonítico



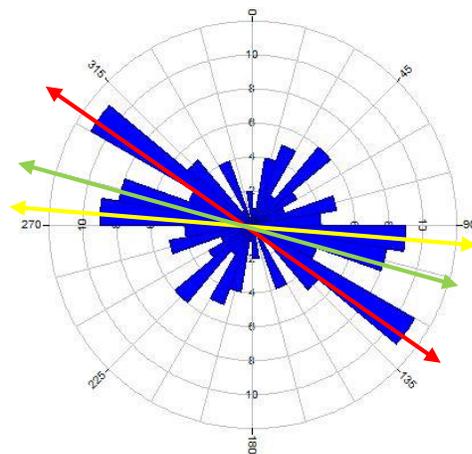
n=36

b) Filita



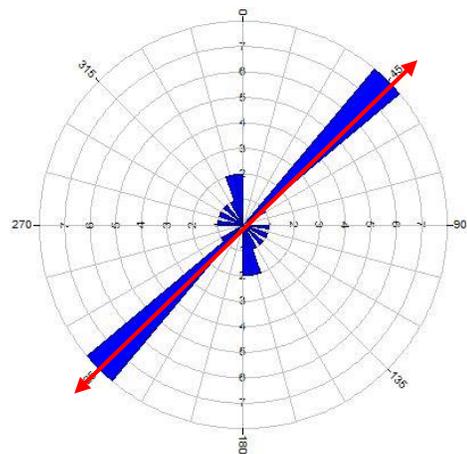
n=77

c) Peridotita Serpentinizada



n=79

d) Mármol



n=12

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3.6 Fallas

Estructuras predominantes en el dominio frágil, observadas en las Unidades litológicas de Gneis Milonítico, Filita y Peridotita Serpentinizada, para su análisis se clasificaron según el movimiento

que presentaron, estas se han clasificado en fallas normales, inversas y de rumbo.

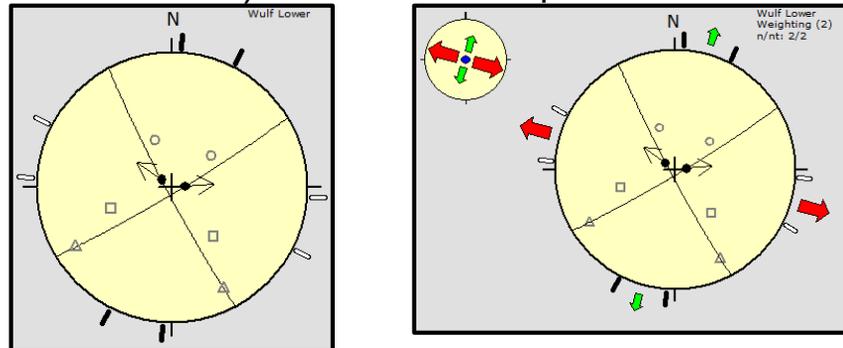
a) Fallas normales

Estas se han clasificado según el movimiento que presentan en el cual el bloque superior baja regido principalmente por esfuerzos extensivos. Se han determinado la existencia de fallas normales puras y normales dextrales, para su estudio se han dividido en familias principales, las cuales se representan en la figura 25.

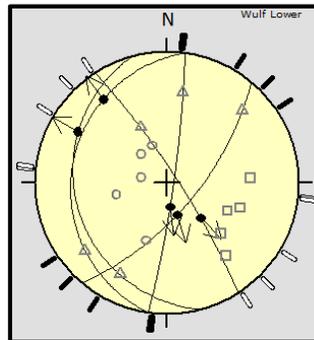
Como se puede observar en la figura 25a, se representan las fallas normales puras, en la figura 25b las fallas normales dextrales las cuales se han dividido en familias representadas en las figuras 25b.1, 25b.2 y 25b.3.

FIGURA 25 ESTEREOGRAMAS DE FALLAS NORMALES

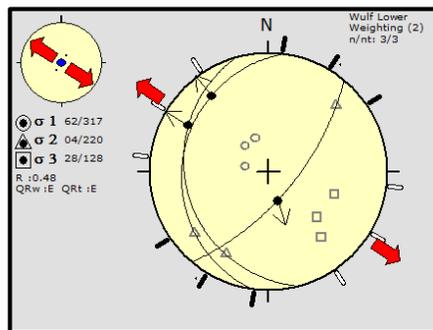
a) Fallas normales puras



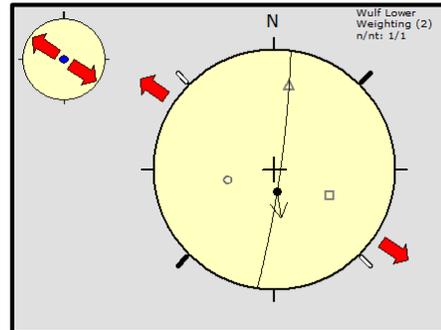
b) Fallas normales dextrales



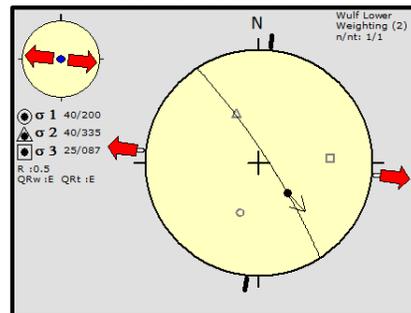
b.1 Familia 1



b.2 Familia 2



b.3 Familia 3



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

El gráfico anterior muestra como las fallas se han generado en un régimen extensivo (σ_3). La evaluación del régimen de familias se presenta en la tabla 30.

TABLA 30
ESFUERZOS PRINCIPALES DE LAS FAMILIAS DE
FALLAS NORMALES

| Familia | Esfuerzos Principales | |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| | Sigma 1 (σ_1) | Sigma 3 (σ_3) |
| Normal pura | 55/015 | 35/195 |
| Normal dextral (a) | 47/257 | 36/115 |
| Normal dextral (b) | 40/200 | 25/087 |
| Normal dextral (c) | 62/317 | 28/228 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

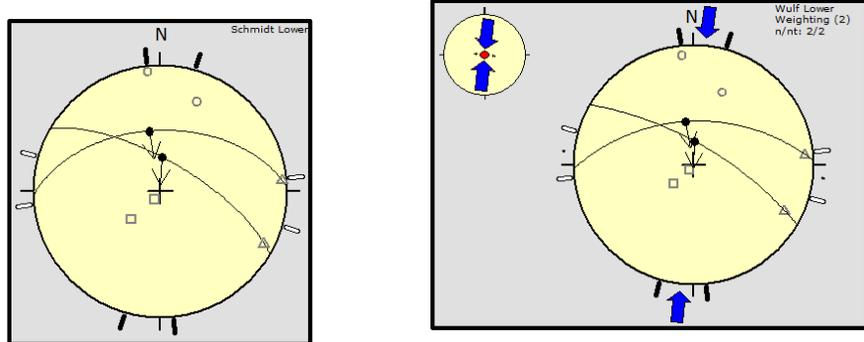
b) Fallas inversas

Según el movimiento que presentan el bloque superior sube debido a esfuerzos extensivos. Se han determinado la existencia de fallas inversas puras, fallas inversas dextrales y fallas inversas sinestrales.

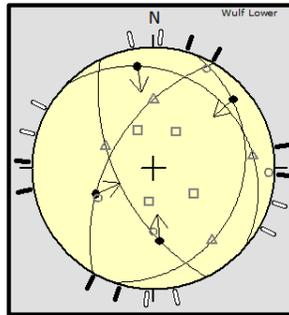
En la figura 26a, se observan las fallas inversas puras, en la figura 26b las fallas normales dextrales las cuales para su análisis se han dividido en familias representadas la figura 261b.1 y 26b.2.; finalmente en la figura 26c, las fallas inversas sinestrales. Estas familias se han analizado por fallas conjugadas para determinar la orientación de los esfuerzos que la han formado.

FIGURA 26 ESTEREOGRAMAS DE FALLAS INVERSAS

a) Fallas inversas puras

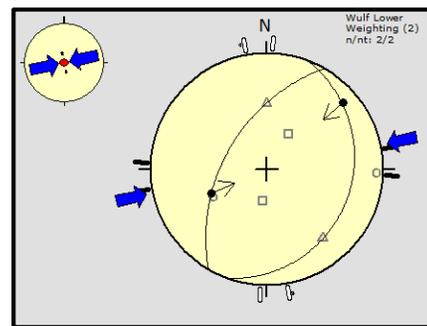
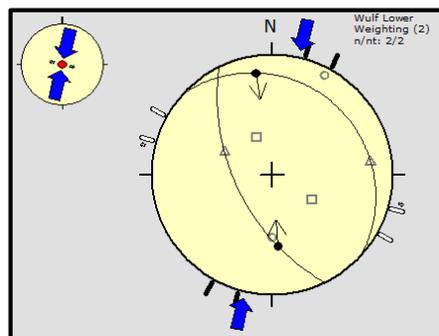


b) Fallas inversas dextrales

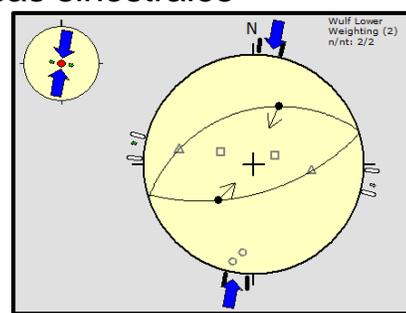
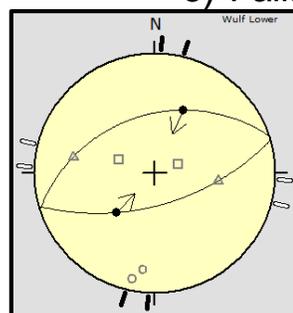


b.1 Familia 1

b.2 Familia 2



c) Fallas inversas sinestrales



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

El gráfico anterior muestran como las fallas se han generado en un régimen comprensivo (σ_1). La evaluación del régimen de familias se presenta la tabla 31.

TABLA 31
ESFUERZOS PRINCIPALES DE LAS FAMILIAS DE
FALLAS INVERSAS

| Familia | Esfuerzos Principales | |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| | Sigma 1 (σ_1) | Sigma 3 (σ_3) |
| Inversa pura | 13/009 | 74/224 |
| Inversa dextral (b1) | 16/195 | 69/057 |
| Inversa dextral (b2) | 17/259 | 69/098 |
| Inversa sinistral | 08/191 | 78/322 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

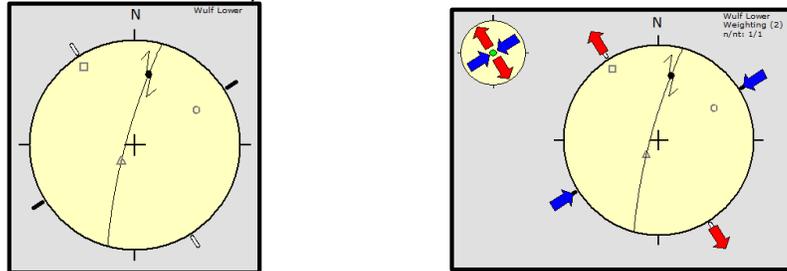
c) Fallas de rumbo

Según el movimiento que presentan, los bloques poseen movimiento en la horizontal. Se han determinado la existencia de fallas dextrales normales, dextrales inversa, sinestrales inversas y sinestrales normales.

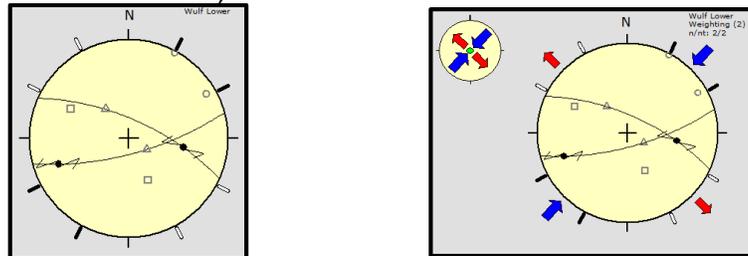
Como se puede observar, en la figura 27a se representan fallas dextrales normales, en la figura 27b las fallas dextrales inversas, la figura 27c muestra las fallas sinestrales dextrales y en 27d se aprecian las fallas sinestrales inversas las cuales para su estudios fueron divididas en familias de fallas conjugadas para determinar la orientación de los esfuerzos que la han formado.

FIGURA 27 ESTEREOGRAMAS DE FALLAS DE RUMBO

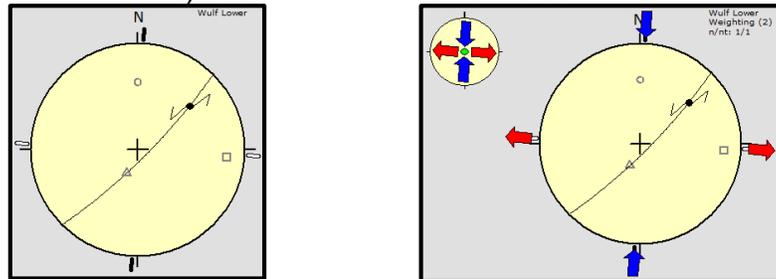
a) Fallas dextral normal



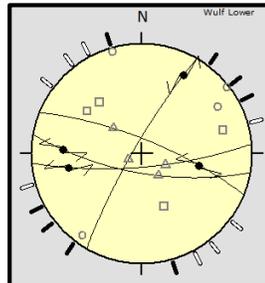
b) Fallas dextral inversa



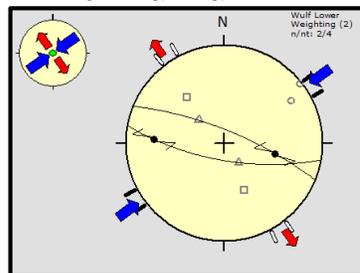
c) Fallas sinestrales normales



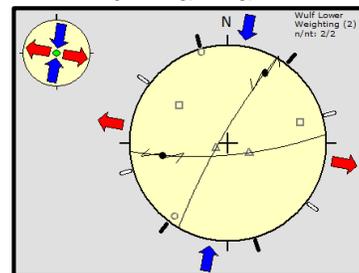
d) Fallas sinestrales inversas



d.1 Familia 1



d.2 Familia 2



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Los distintos esfuerzos que han formado las fallas de rumbo se presentan en la tabla 32.

TABLA 32
ESFUERZOS PRINCIPALES DE LAS FAMILIAS DE
FALLAS DE RUMBO

| Familia | Esfuerzos Principales | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| | Sigma 1 (σ_1) | Sigma 3 (σ_3) |
| Dextrales normales | 22/060 | 07/327 |
| Dextrales inversas | 04/044 | 09/135 |
| Sinestrales normales | 25/000 | 10/095 |
| Sinestrales inversas (d1) | 07/055 | 04/145 |
| Sinestrales inversas (d2) | 08/011 | 07/288 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.3.7 Modelo estructural local

Según las estructuras analizadas y al considerar la relación espacial que presentan ciertas estructuras se ha determinado un modelo estructural regional. Este análisis consiste en un conteo estadístico que parte del dominio dúctil y del dominio frágil; al mismo tiempo el análisis para modelos tanto sinestrales como dextrales para determinar el modelo dinámico de cada dominio.

a) Dominio dúctil

Para el análisis de este dominio se realizó una estadística tanto de estructuras dextrales como sinestrales, como se pueden observar en las tablas 33 y 34.

TABLA 33
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA ESTRUCTURAS
DE DOMINIO DÚCTIL DEXTRAL

| ESTRUCTURA | Sigma 1 (σ_1) | Sigma 3 (σ_3) |
|--|--|--|
| S ₁ en Peridotita Serpentinizada | N350 | N080 |
| S ₁ en Mármol | N340 | N070 |
| S ₂ en Gneis Milonítico | N325 | N055 |
| S ₂ en Filita | N325 | N055 |
| Promedio | N331 | N061 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

La dirección principal para las estructuras del dominio dúctil dextral está dada por los esfuerzos compresivos en (σ_1)=N331 y distensivos en (σ_3)= N061.

TABLA 34
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA ESTRUCTURAS
DE DOMINIO DÚCTIL SINISTRAL

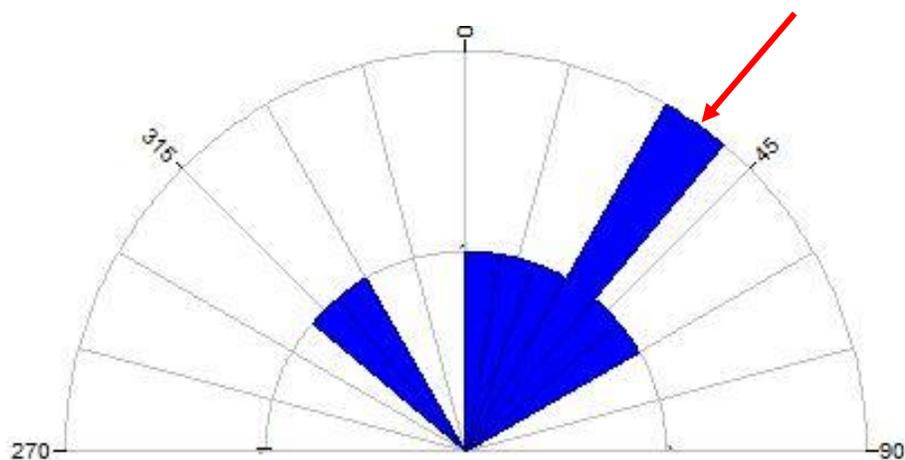
| ESTRUCTURA | Sigma 1 (σ_1) | Sigma 3 (σ_3) |
|--|--|--|
| S ₁ en Gneis Milonítico | N015 | N285 |
| S ₁ en Filita | N035 | N305 |
| Ejes de pliegue en Gneis Milonítico | N020 | N290 |
| Ejes de pliegue en Filita | N045 | N325 |
| Lineación mineral | N005 | N275 |
| <i>Boudinage</i> Gneis | N035 | N305 |
| <i>Boudinage</i> Filita | N055 | N325 |
| | N030 | N300 |

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Estadísticamente las estructuras de mayor influencia pertenecen a modelos dúctiles de tipo sinestral por lo que el modelo dinámico local se representa en la figura 28, los esfuerzos compresivos están ubicados en $(\sigma_1)=N030$ y distensivos en $(\sigma_3)=N0300$.

Como lo muestra la figura 28, se observa que los esfuerzos compresivos principales se dirigen aproximadamente N030, ubicando el dominio dúctil en un régimen sinestral.

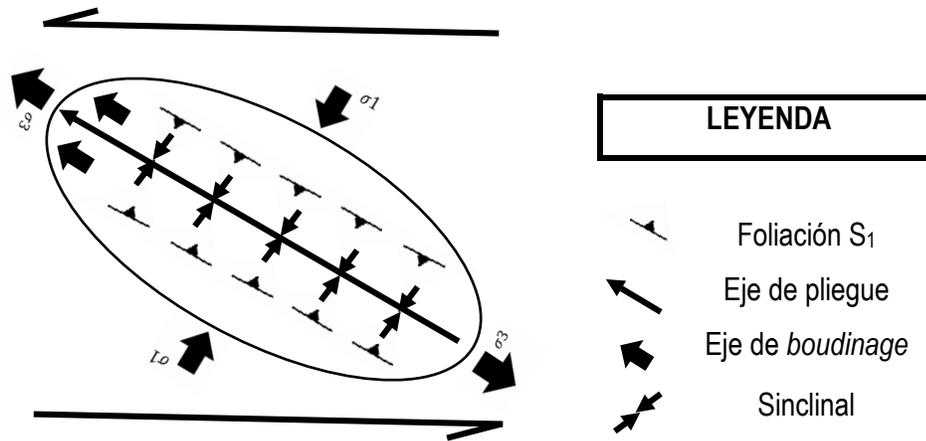
FIGURA 28
ORIENTACIÓN DEL DOMINIO DUCTIL



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Definiendo las estructuras y sus orientaciones se presenta a continuación el modelo dinámico del dominio dúctil en la figura 29.

FIGURA 29
MODELO DINÁMICO PARA ESTRUCTURAS DEL
DOMINIO DÚCTIL

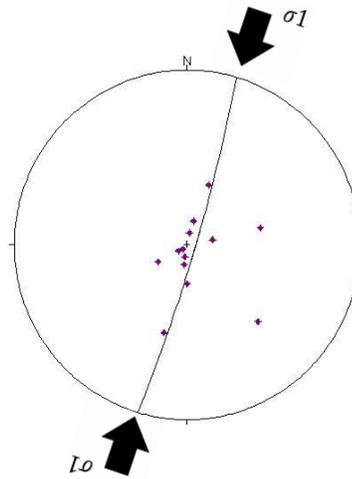


Fuente: Investigación de campo. Año 2013

b) Dominio Frágil

Para el análisis de este dominio se realizó una estadística de las familias de fallas ubicadas en el área. Luego de encontrar los esfuerzos en cada una de las familias, se obtuvo la figura 30. Dicho diagrama corresponde a esfuerzos compresivos en dirección N012.

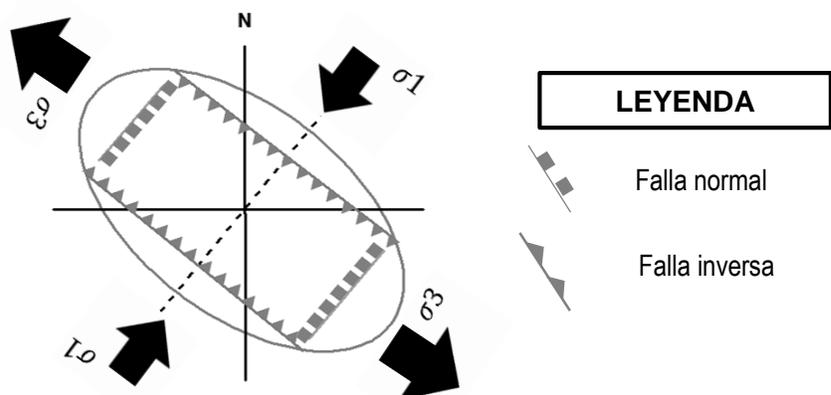
FIGURA 30
ESTEREOGRAMA DE ORIENTACIONES DE
ESFUERZOS DEL DOMINIO FRÁGIL



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Definiendo las estructuras y sus orientaciones se presenta a continuación el modelo dinámico del dominio frágil en la figura 31.

FIGURA 31
MODELO DINÁMICO PARA ESTRUCTURAS DEL
DOMINIO FRÁGIL

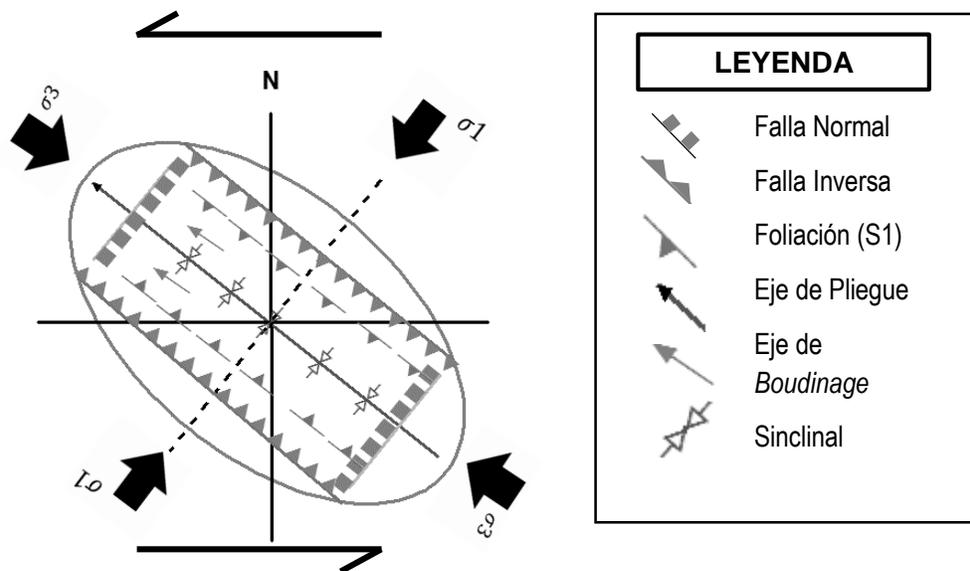


Fuente: Investigación de campo. Año 2013

Debido a que los modelos estructurales tanto del dominio dúctil como el del nivel frágil presentan un esfuerzo sinistral, modelo que se ajusta al modelo de falla del Motagua.

Los elementos estructurales que contiene el modelo estructural local está compuesto por: fallas inversas y foliaciones paralelas al esfuerzo principal (σ_1); fallas normales, ejes de pliegues, y *boudinages* perpendiculares dicho esfuerzo. Esto representado en la figura 32.

FIGURA 32
MODELO ESTRUCTURAL LOCAL



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

5.4 ANALISIS GEOMORFOLÓGICO

Debido a influencia de procesos endógenos, exógenos y antrópicos en el área se han encontrado formas de origen denudacional, agradacional y antrópicas.

Las de origen denudacional como se ha visto en el área son afectadas principalmente por procesos tectónicos y fluviales que han generado dichas geoformas, dentro de las cuales se mencionan las colinas, crestas, surcos, laderas y movimientos de ladera, todos han sido localizados en las unidades litológicas del área.

Las de origen denudacional antrópico son generados por influencia del hombre, localizándose en el área dos canteras una de filita y una de mármol, la primera explotada en la actualidad como material de construcción y la segunda actualmente no está en servicio. Ambas han sido de interés económico para la población.

Por último las geoformas de origen agradacional localizan en las Unidades de Coluvión y Aluvión principalmente al sur del área las cuales son generadas principalmente por procesos de depositación y sedimentación influenciados por los ríos y quebradas locales.

Estas unidades se pueden observar con mayor precisión en el mapa geomorfológico del anexo 4.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GENERAL

Litológicamente el área se encuentra constituida por siete unidades, determinadas por su composición mineralógica, las cuales de la más antigua a la más joven corresponden a: Gneis Milonítico, Filita, Peridotita Serpentinizada, Mármol, Ceniza Volcánica, Coluvión y Aluvión.

Dichas unidades reflejan dentro de su génesis, unidades estructurales tanto del dominio frágil como del dominio dúctil, las cuales por su arreglo corresponde a una cinemática de tipo sinestral ubicando los esfuerzos principales compresivos en dirección N030 y los esfuerzos distensivos en N300.

ESPECÍFICAS

- a) El área consta de unidades litodémicas que varían por su mineralogía y su disposición estructural. Al norte se ubica la unidad de Gneis Milonítico en bandas de distintos espesores y minerales como cuarzo, granate, moscovita, biotita, clorita, albita, microclina, hornblenda, epidotas y opacos que indican un grado de metamorfismo mayor; litoestratigráficamente se ubica bajo la Unidad de Filita por un contacto discordante.
- b) La filita se ha diferenciado tanto por su mineralogía, microtextura y foliación distintiva (muy fina), estas rocas poseen el grado de metamorfismo más bajo del área y se encuentran en contacto al norte con la Unidad de Gneis Milonítico y hacia el sur con la Unidad de Peridotita Serpentinizada.

- c) En la parte sur de la localidad se ubica la Unidad de Peridotita Serpentinizada que forma un plegamiento posiblemente regional y se encuentra en contacto con la Filita al norte sobre una falla tipo inverso que indica un cabalgamiento, mineralógicamente está constituida por serpentina, ortopiroxenos y minerales opacos.
- d) La Unidad de Mármol presenta foliación y una granulometría gruesa en la cual son observables los filosilicatos (moscovita) tanto en sección delgada como en muestra de mano, además de ello posee minerales como calicita, epidota y minerales opacos, litoestratigráficamente se ubica sobre la Unidad de Peridotita Serpentinizada en una falla de tipo inverso.
- e) La Unidad de Gneis Milonítico corresponde a protomilonitas como grado de deformación textural, en ellas se presenta un porcentaje similar tanto de matriz como de relación blasto-matriz y microestructura con una cinemática sinestral.
- f) La facie de anfibolitas se encuentra ubicada en la parte norte del área, en la Unidad de Gneis Milonítico y esta constituida de minerales guías como los anfíboles (hornblenda), plagioclasas (andesina) y granates que son formados en presiones medias y temperaturas media alta.
- g) La facie de esquistos verdes se encuentra ubicada en las Unidades de Filita, Mármol y Peridotita Serpentinizada por minerales como actinolita (anfíboles), albita, clorita, epidota y cuarzo que corresponden a asociaciones formadas en condiciones de temperatura y presiones medias.
- h) Los eventos del deformación tanto del nivel frágil como del nivel dúctil están afectados por una cinemática de tipo sinestral, los esfuerzos del dominio dúctil se localizan en dirección (σ_1) = N030, mientras que la cinemática del dominio frágil en dirección (σ_1)=N012, ambos dominios acoplables a la falla Motagua.

RECOMENDACIONES

- a) Realizar un análisis térmico diferencial en las distintas unidades del área para determinar con mayor precisión la patogénesis de las rocas y por ende las asociaciones mineralógicas que se pueden suscitar en el momento de existir un grado de metamorfismo mayor o inclusive el ya existente.
- b) Tomar en cuenta el inventario de movimientos de ladera del área para mitigar y prevenir los desastres que estos puedan ocasionar tanto al municipio como a zonas aledañas.
- c) Realizar estudios geotécnicos de los taludes próximos a la carretera para promover la importancia de la geología en la mitigación de desastres, especialmente en la carretera que conduce de la aldea El Manzanotal hacia el municipio de Usumatlán.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosc, Erick. *Geology of the San Agustin Acasaguastlán Quadrangle and northeastern part of the El Progreso Quadrangle*. Thesis doctor of Philosophy. Rice University. Michigan, United States of America: Escuela de Estudios de Postgrado, 1 971.
- Celis Barrios, José Armando. *Caracterización del bosque de ribera de las subcuencas del Río Uyús, El Progreso, Río Hondo, Zacapa en la Región Semiárida del Valle del Motagua*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Agronomía. 2 008.
- Chaves Villalobos, José Antonio. *Diálogo centroamericano sobre agua y clima*. Dialogo Regional de Agua y Clima. SICA/CRRH/GWP-C.A/UICN. San José de Costa Rica: . 2 002.
- Concepto de meteorización*. http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Agentes_1/contenidos3.htm. (08 de marzo de 2 013).
- Definición de erosión*. <http://www.astromia.com/tierraluna/erosion.htm> (15 de octubre de 2 013).
- Definición de suelo*. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/cossio_c_hj/capitulo5.pdf (08 de marzo de 2 013).
- Donnelly, Thomas. *Et. Al. Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. United States of America, The Geological Society of America. 1 990.
- Falla de Chixoy-Polochic*. http://es.wikipedia.org/wiki/Falla_de_Chixoy-Polochic (18 de abril 2 013).
- McClay, K. *El mapeo geológico de estructuras*. London, England: John Wiley & Sons, 1 987
- Morales Sosa, Mynor Saul. *Estudio detallado de los suelos del área de la Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso*. Facultades de Agronomía. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, 1 981

Newcomb, Walter Edwin. *Geology: Structure and metamorphism of the Chuacús Group. Río Hondo. Quadrangle and vicinity Guatemala*. Thesis Doctoral. University of New York. United States of America: Carrera de Geología, 1975.

Orden de redes de drenaje. <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/algunos-parametros-de-forma-y-drenaje-de-la-cuenca-hidrografica-y-su-relacion-con-el-tiempo-de-concentracion/> (07 de marzo de 2013).

Provincias fisiográficas de Guatemala: Atlas temático de las cuencas hidrográficas de la república de Guatemala. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2005.

Tipos grados y facies metamórficas. <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/IUGS/tipos.htm> (20 de octubre de 2013).

Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. *Síntesis Geológica de Guatemala*. Facultad de Ingeniería. Guatemala: Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, 2011.



Vº Bº

Adán García Véliz

Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO



ANEXOS

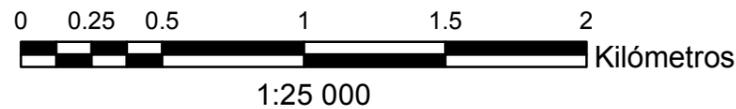
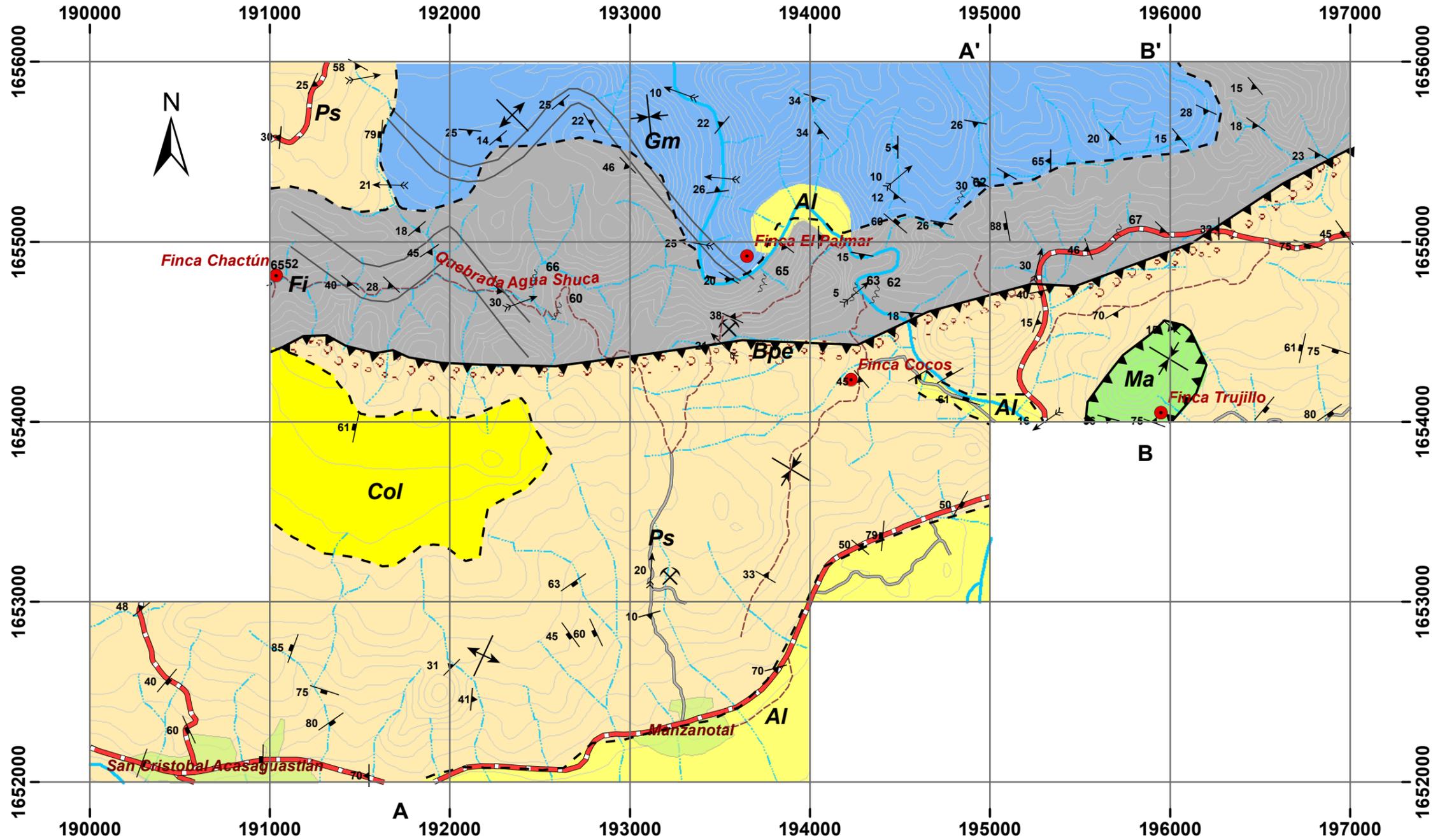
ANEXO 1 MAPA GEOLÓGICO

LEYENDA

- Unidad de Aluvi3n (Al)
- Unidad de Coluvi3n (Col)
- Unidad de M3rmo1 (Ma)
- Brecha de Peridotita (Bpe)
- Unidad de Peridotita Serp. (Ps)
- Unidad de Filita (Fi)
- Unidad de Gneis Milon3tico (Gm)

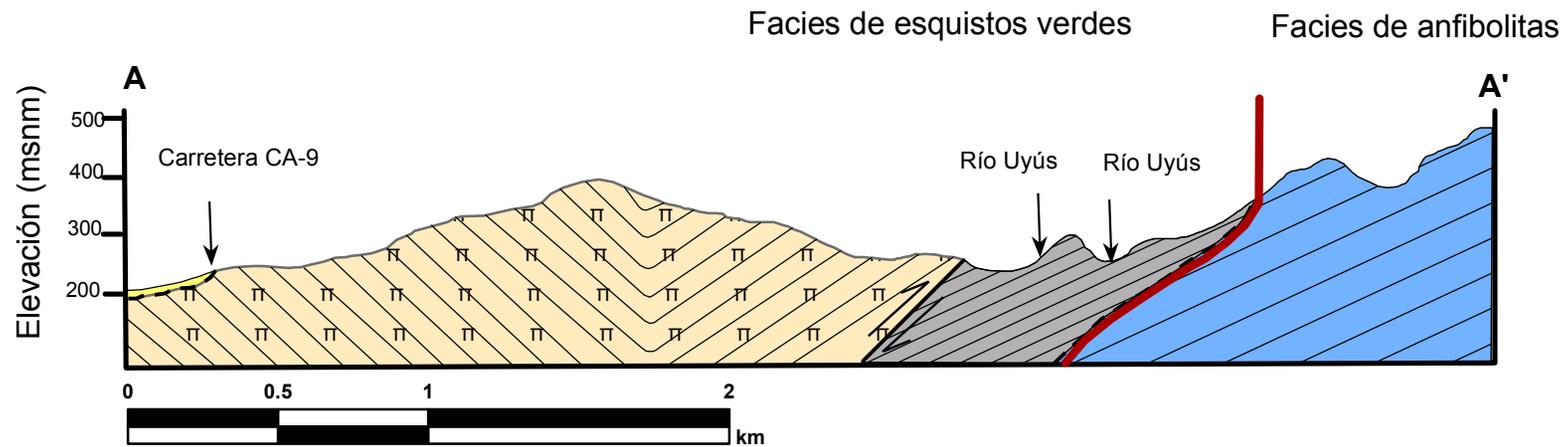
SIMBOLOGÍA

- Contacto discordante
- Contacto fallado
- Sinclinal
- Anticlinal
- Eje de pliegue
- Posible plegamiento
- Foliaci3n (S1)
- Foliaci3n (S2)
- Fracturas
- Carreteras
- Camino de terraceria
- Veredas
- Canteras
- Poblado
- Fincas
- Rios
- Quebradas
- Curvas de nivel



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | |
| | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE | |
| MAPA GEOL3GICO DE SAN CRIST3BAL ACASAGUASTL3N | | |
| Por: Dulce Mar3a Esther Gonz3lez Dom3nguez | | 200943373 |
| Escala Num3rica: 1:25 000 | Revisado por: Ing. Sergio Mor3n | Referencia Espacial: WGS 84 Z. 15 UTM |
| | | Anexo 1 |

ANEXO 2 PERFIL GEOLÓGICO DE A - A'



Escala Horizontal: 1:25 000

Escala Vertical: 1:12 500

LEYENDA

Unidades geológicas

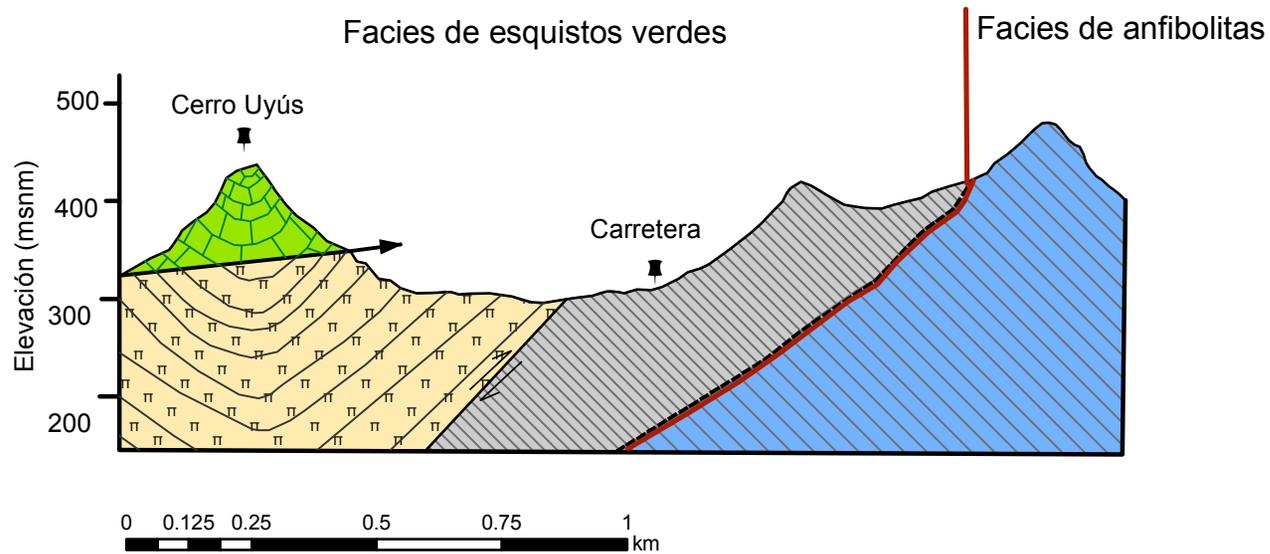
- Unidad de Aluvión
- Unidad de Filita
- Unidad de Milonita
- π Unidad de Peridotita Serpentinizada

SIMBOLOGÍA

- Falla inversa
- Foliación
- Contacto discordante
- Límite de facies

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | |
| | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE | |
| MAPEO GEOLÓGICO EN SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN EL PROGRESO | | |
| PERFIL GEOLÓGICO A-A' | | |
| Por: Dulce María Esther González Domínguez | | 200943373 |
| Escala Numérica: 1:25 000 | Revisado por: Ing. Sergio Morán | Referencia Espacial: WGS 84 Z. 16 UTM |
| | | Anexo 2 |

ANEXO 3 PERFIL GEOLÓGICO B-B'



Escala Horizontal 1:15 000

Escala Vertical 1: 7 500

LEYENDA

Unidades geológicas

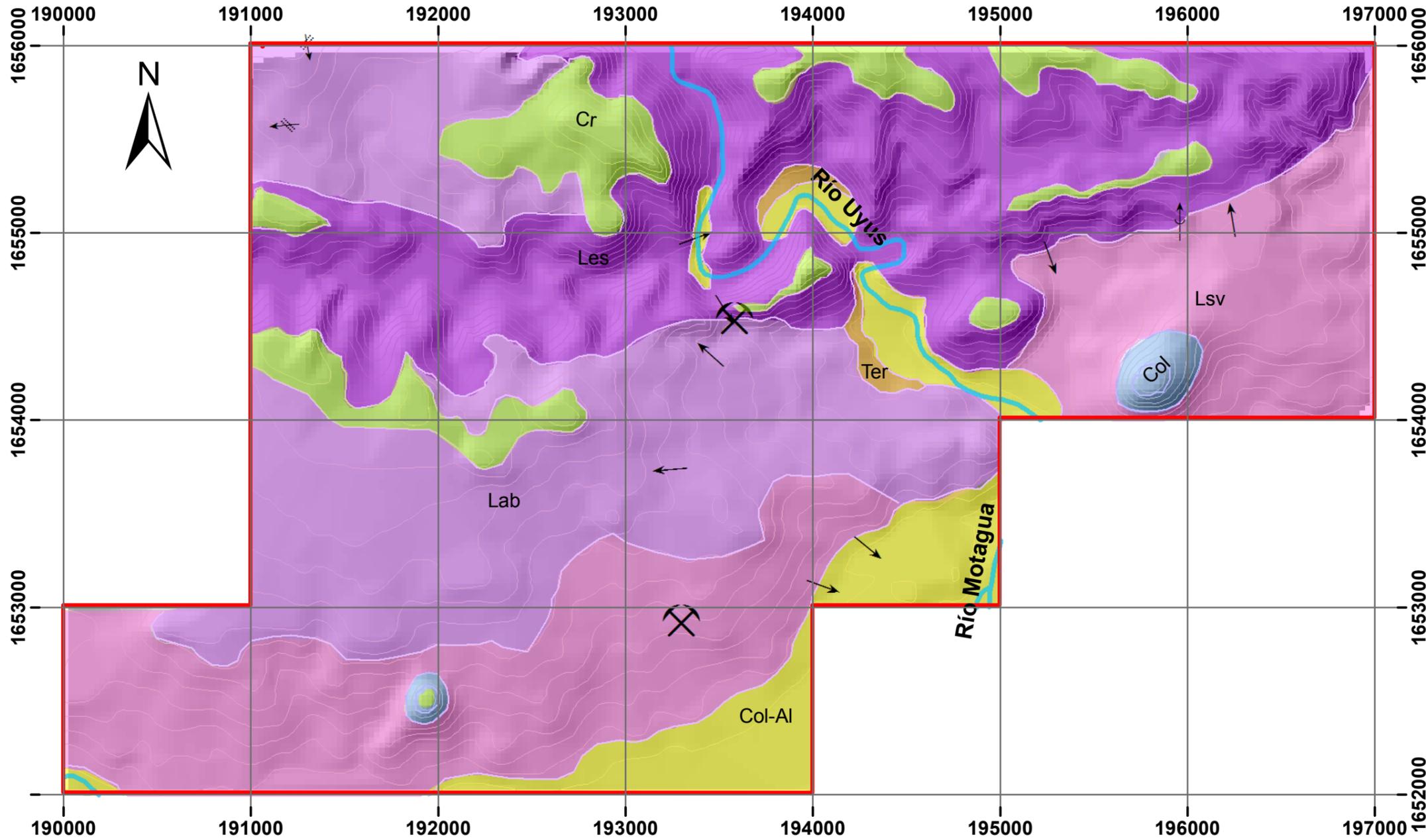
- Unidad de Mármol
- Unidad de Peridotita Serpentinizada
- Unidad de Filita
- Unidad de Gneis Milonítico

SIMBOLOGÍA

- Falla de empuje
- Falla inversa
- Contacto discordante
- Límite de facies

| | | |
|---|---|---|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | |
| | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE | |
| MAPEO GEOLÓGICO EN SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN | | |
| PERFIL GEOLOGICO DE B-B' | | |
| Por: Dulce María Esther González Domínguez | 200943373 | Anexo 3 |
| Escala Numérica: 1:15 000 | Revisado por: Ing. Sergio Morán | Referencia Espacial: WGS 84 Z. 16 UTM |

ANEXO 4 MAPA GEOMORFOLÓGICO



LEYENDA

- Deslizamientos rotacionales (Drot)
- Caída de rocas (Crx)
- Surcos (Sr)

Unidades de origen agradacional

- Terrazas (Ter)
- Valles aluvionales (Col-Al)

Unidades de origen denudacional

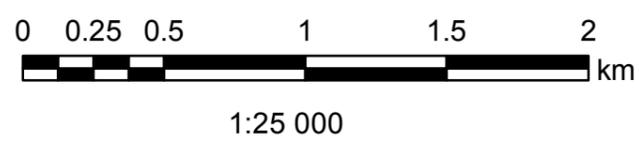
- Sub-Unidad de colinas (Col)
- Sub-Unidad de crestas (Cr)
- Sub-Unidad de Laderas (Lad)
- Suaves (Lsv)
- Abruptas (Lab)
- Escarpadas (Les)

Unidades de origen denudacional antrópica

- Cantera (Ca)

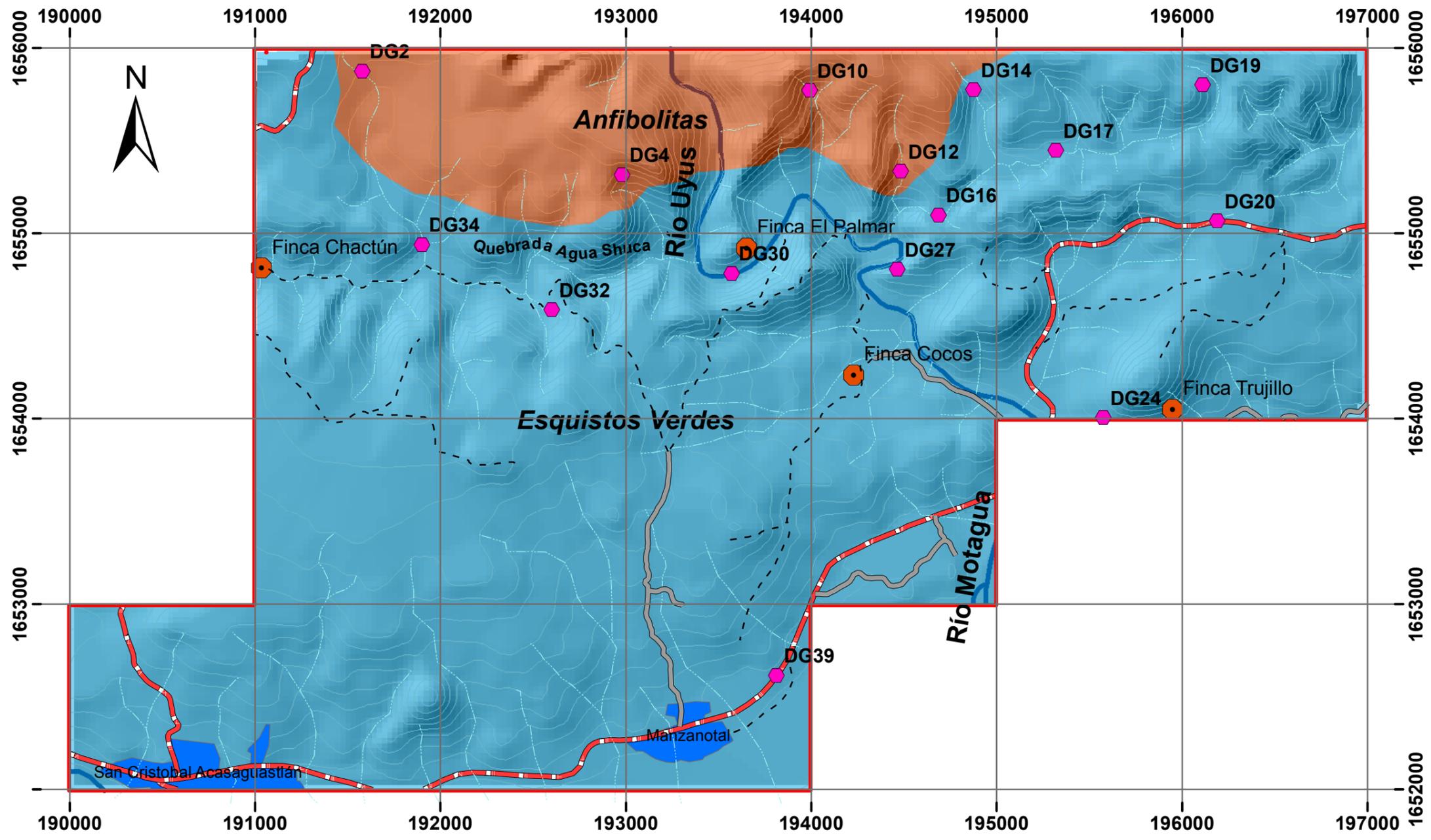
SIMBOLOGÍA

- Area
- Rios
- Curvas de Nivel



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | |
| | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE | |
| MAPEO GEOLÓGICO EN SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN EL PROGRESO | | |
| MAPA GEOMORFOLÓGICO | | |
| Por: Dulce María Esther González Domínguez | | 200943373 |
| Escala Numérica: 1:25 000 | Revisado por: Ing. Sergio Morán | Referencia Espacial: WGS 84 Z. 16 UTM |
| | | Anexo 4 |

ANEXO 5 MAPA DE FACIES



LEYENDA

- Facies de anfibolitas
- Facies de esquistos verdes

SIMBOLOGÍA

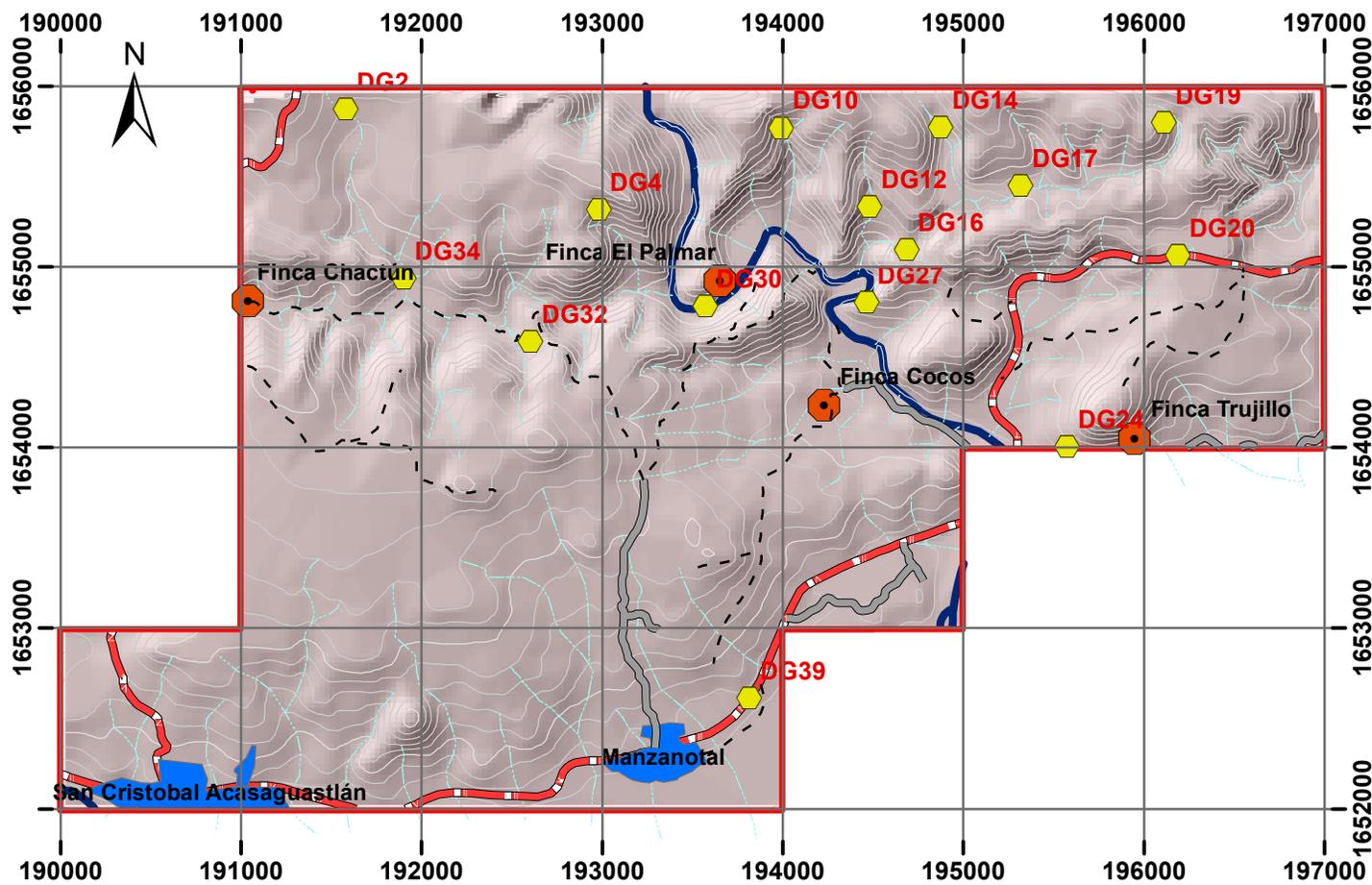
- Carreteras
- Curvas de nivel
- Quebradas
- Rios
- Terraceria
- Fincas
- No. de muestra
- Veredas
- Area
- Poblado



1:25 000

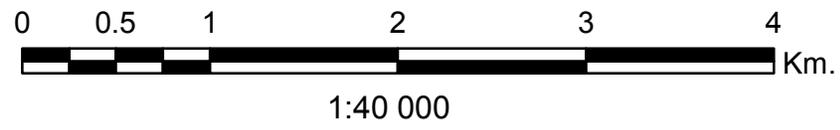
| | | | |
|---|--|---|---------|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | Anexo 5 |
| | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE | | |
| MAPEO GEOLÓGICO EN SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN EL PROGRESO | | | Anexo 5 |
| MAPA DE FACIES | | | |
| Por: Dulce María Esther González Domínguez | | 200943373 | Anexo 5 |
| Escala Numérica: 1:25 000 | Revisado por: Ing. Sergio Morán | Referencia Espacial: WGS 84 Z. 16 UTM | |

ANEXO 6 MAPA DE MUESTRAS



SIMBOLOGÍA

- Fincas
- No. de muestra
- Caminos
- Carreteras
- Curvas de nivel
- Quebradas
- Veredas
- Rios
- Area
- Poblado



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | |
| | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE | |
| MAPEO GEOLÓGICO EN SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN EL PROGRESO | | |
| MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS | | |
| Por: Dulce María Esther González Domínguez | | 200943373 |
| Escala Numérica: 1:40 000 | Revisado por: Ing. Sergio Morán | Referencia Espacial: WGS 84 Z. 16 UTM |
| | | Anexo 6 |

ANEXO 7 ANÁLISIS PETROGRÁFICO

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-002 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E): 191579 | UTM (N): 1655876 | |
| LOCALIDAD: | | Quebrada Agua Shuca | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición -ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODÉMICA: Gneis Milonítico |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Masiva |
| SECUENCIA DE ROCAS: Gneis Milonítico |
| ESTRUCTURAS: Foliación N270/25°, Fractura N30/88°, N200/80° |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Milonítica | |
| COLOR: Negra | |

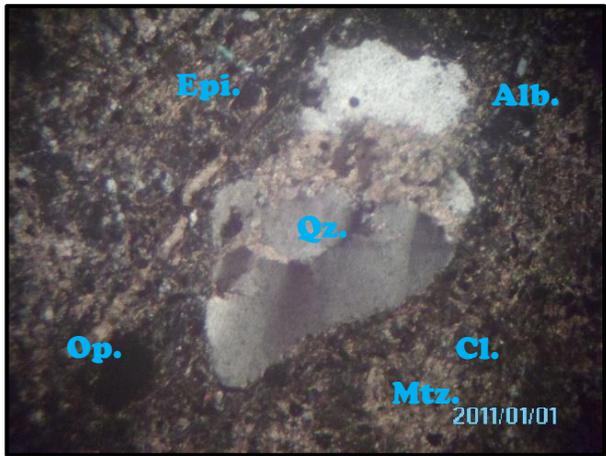
| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|------------------|-------------|--|
| MINERALES | Cuarzo (Qz) | 70% |  |
| | Biotita (Bio) | 5% | |
| | Hornblenda (Hor) | 10% | |
| | Microclina (Mic) | 5% | |
| | Albita (Alb) | 4% | |
| | Epidota (Epi) | 1% | |
| | Opacos (Op) | 5% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Granoblástica inequigranular | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Anfibolitas | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-004 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 192981 | UTM (N): 1655318 | |
| LOCALIDAD: | Cerro Ojo de Agua, Finca Chactún | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODÉMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filita |
| ESTRUCTURAS: Foliación N230/14°. Fracturas N215/65 y N150/75° |

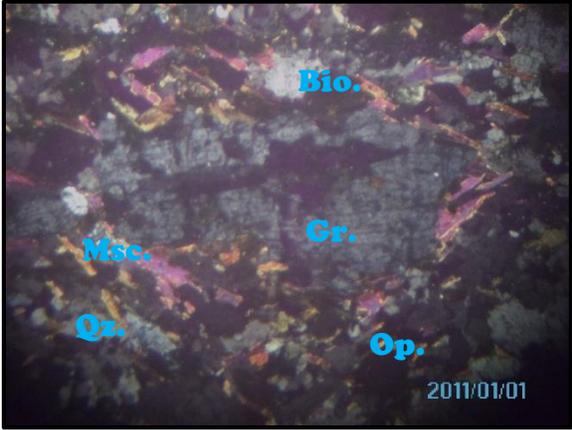
| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|---|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: No observable | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verde grisácea | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|-----------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Cl) | 20% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 10% | |
| | Biotita (Bio) | 5% | |
| | Anfiboles (Anf) | 5% | |
| | Epidota (Epi) | 5% | |
| | Albita (Al) | 2% | |
| | Opacos | 8% | |
| | Matriz (Mtz) | 45% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidoblástica porfiritica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|---|---------------------------------------|----------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-005 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN:UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 193286 | UTM (N): 1655837 | |
| LOCALIDAD: | Rio Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|---------------------------------------|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Gneis Milonítico |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Gneis Milonítico |
| ESTRUCTURAS: Foliación N310/14°. Fracturas: N005/81, N135/88, N350/63 |

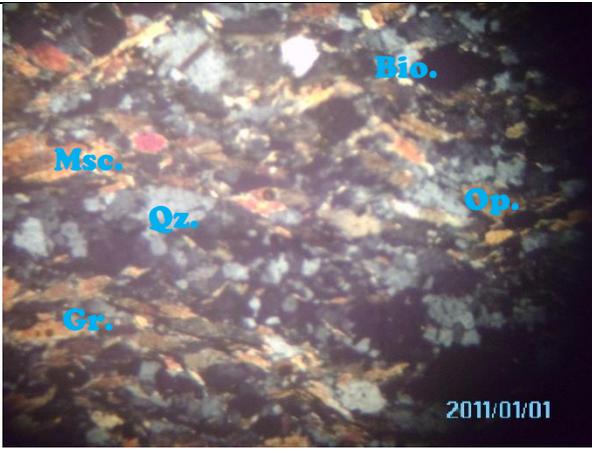
| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | | | |
|---|--|-------------|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  | | |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | | | |
| TEXTURA: Milonítica | | | |
| COLOR: Negra con bandas blancas | | | |
| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
| MINERALES | Cuarzo (Qz) | 40% |  |
| | Honblenda (Hor) | 20% | |
| | Biotita (Bio) | 15% | |
| | Moscovita (Msc) | 15% | |
| | Granate (Gr) | 5% | |
| | Bytownita (By) | 1% | |
| | Opacos (Op) | 4% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Granoblástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Anfibolitas | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-010 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 193992 | UTM (N): 1655772 | |
| LOCALIDAD: | Quebrada Nor-oeste finca El Palmar | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Gneis Milonítico |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Gneis Milonítico |
| ESTRUCTURAS: Foliación N230/34°. Fracturas: N135/85°, N155/84°, N350/63 |

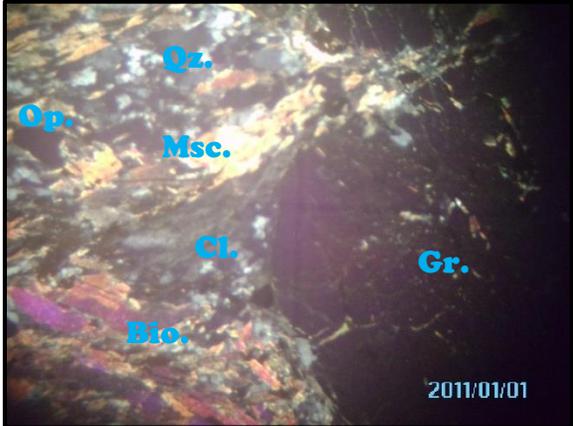
| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Milonítica | |
| COLOR: Negra con bandas blancas | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|--|------------------|-------------|--|
| MINERALES | Cuarzo (Qz) | 40% |  |
| | Biotita (Bio) | 13% | |
| | Moscovita (Msv) | 15% | |
| | Granate (Grt) | 15% | |
| | Clorita (Cl) | 5% | |
| | Hornblenda (Hor) | 5% | |
| | Opacos | 2% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Porfidoblástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Anfibolitas | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-012 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 194483 | UTM (N): 1655336 | |
| LOCALIDAD: | Quebrada Nor-Este finca El Palmar | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Gneis Milonítico |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Gneis Milonítico |
| ESTRUCTURAS: Foliación N230/34°. Fracturas: N135/85°, N155/84°, N350/63 |

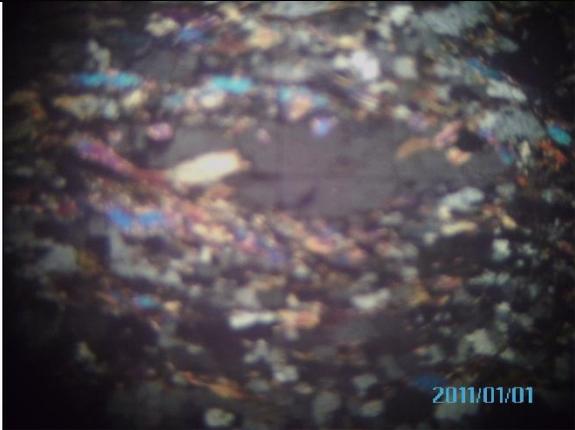
| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | | | |
|--|--|-------------|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: III |  | | |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | | | |
| TEXTURA: Milonítica | | | |
| COLOR: Negra con bandas blancas | | | |
| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
| MINERALES | Moscovita (Msv) | 25% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 25% | |
| | Granate (Gr) | 20% | |
| | Biotita (Bio) | 10% | |
| | Clorita (Cl) | 7% | |
| | Anfiboles (Anf) | 7% | |
| | Opacos (Op) | 6% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Porfidoblástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Anfibolitas | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-014 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 194872 | UTM (N): 1655775 | |
| LOCALIDAD: | Quebrada Nor-Este finca El Palmar | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Gneis Milonítico |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Gneis Milonítico |
| ESTRUCTURAS: Foliación N356/26°. Fracturas: N339/43, N135/85°, N155/84°, |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: III |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Milonítica | |
| COLOR: Gris | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|-----------------|-------------|--|
| MINERALES | Cuarzo (Qz) | 30% |  |
| | Biotita (Bio) | 12% | |
| | Clorita (Cl) | 10% | |
| | Granate (Grt) | 10% | |
| | Moscovita (Msv) | 20% | |
| | Albita | 3% | |
| | Anfiboles | 10% | |
| | Opacos (Op) | 5% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Porfidoblástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-016 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN:UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 194687 | UTM (N): 1655099 | |
| LOCALIDAD: | Este de finca El Palmar, sobre el río Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filítica |
| ESTRUCTURAS: Foliación N210/30. Fracturas: N215/65, N150/75. |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verdosa Grisacea | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|--------------|-------------|--|
| MINERALES | Cuarzo (Qz) | 30% |  |
| | Clorita (Cl) | 15% | |
| | Moscovita | 10% | |
| | Calcita(Epi) | 2% | |
| | Opacos (Op) | 10% | |
| | Matriz (Mtz) | 33% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidoblástica porfiritica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-017 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 195320 | UTM (N): 1655446 | |
| LOCALIDAD: | Quebrada Este río Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filítica |
| ESTRUCTURAS: Foliación N210/36. Fracturas: N195/71°, N350/84. |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verdosa Grisacea | |

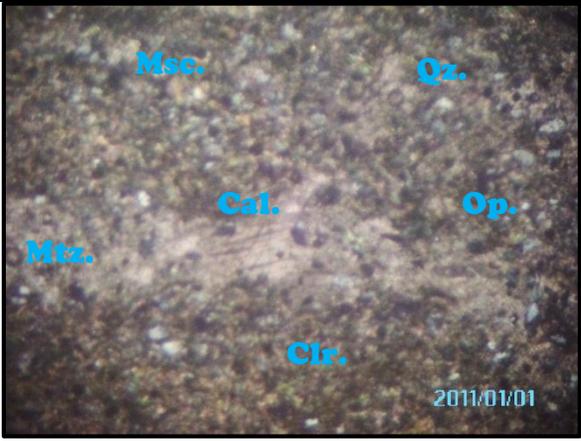
| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|-----------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Cl) | 10% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 10% | |
| | Moscovita (Msc) | 15% | |
| | Albita (Alb) | 5% | |
| | Opacos (Op) | 10% | |
| | Matriz (Mtz) | 50% | |
| | | | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidoblástica porfiritica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-019 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN:UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 196112 | UTM (N): 1655802 | |
| LOCALIDAD: | Quebrada Este río Uyús al norte de la finca Trujillo | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filítica |
| ESTRUCTURAS: Foliación N230/15. Fracturas: N43/78°, N153/68. |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verdosa Grisacea | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|------------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Clr) | 30% |  |
| | Moscovita (Msv) | 20% | |
| | Cuarzo (Qz) | 15% | |
| | Feldespatos (Fl) | 3% | |
| | Calcita (Cal) | 2% | |
| | Opacos (Op) | 10% | |
| | Matriz (Mtz) | 20% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidoblástica porfirítica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

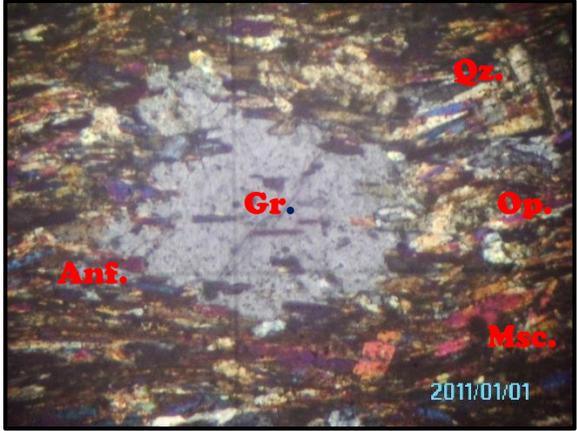
| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-020 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 196190 | UTM (N): 1655688 | |
| LOCALIDAD: | CA-9, al Nor-este del cerro Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Anfibolita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Anfibolita |
| ESTRUCTURAS: Foliación 54/N175. Fracturas: 43/N178°, 54°/N268. |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|---|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Anfiboles | |
| TEXTURA: Fluidal | |
| COLOR: Negra | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | |
|--|-----------------|-------------|
| MINERALES | Anfiboles (Anf) | 40% |
| | Moscovita (Msc) | 25% |
| | Granates (Grt) | 10% |
| | Cuarzo (Qz) | 10% |
| | Clorita (Cl) | 5% |
| | Opacos (Op) | 5% |
| | | |
| | Total | 100% |
| TEXTURAS: Lepidoblástica porfidoblástica | | |
| FACIES METAMORFICAS: Anfibolitas | | |



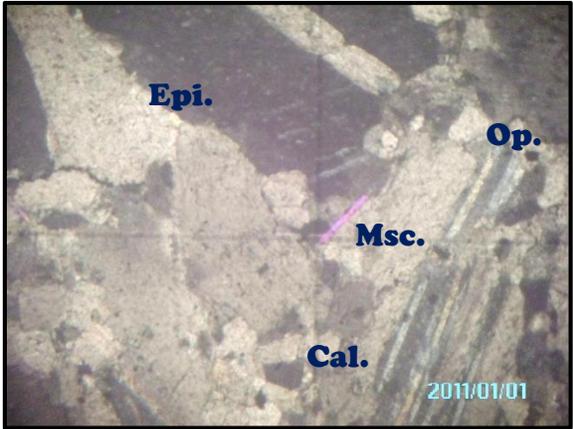
| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-024 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 195575 | UTM (N): 1654006 | |
| LOCALIDAD: | Cerro Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Mármol |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Mármol |
| ESTRUCTURAS: Foliación 22/N345. Fracturas: 75°/N45, 87°/N005 |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|---|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Calcita | |
| TEXTURA: Granoblástica | |
| COLOR: Gris | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | |
|--|-----------------|-------------|
| MINERALES | Calcita (Cal) | 93% |
| | Moscovita (Msc) | 2% |
| | Epidota (Epi) | 1% |
| | Opacos (Op) | 4% |
| | | |
| | Total | 100% |
| TEXTURAS: Granoblástica inequigranular | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | |



| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-027 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 194464 | UTM (N): 1654807 | |
| LOCALIDAD: | Río Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Militica |
| ESTRUCTURAS: Foliación 25°/N215. Fracturas: 75°/N045, 67°/N195 |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filitica | |
| COLOR: Verde grisasea | |

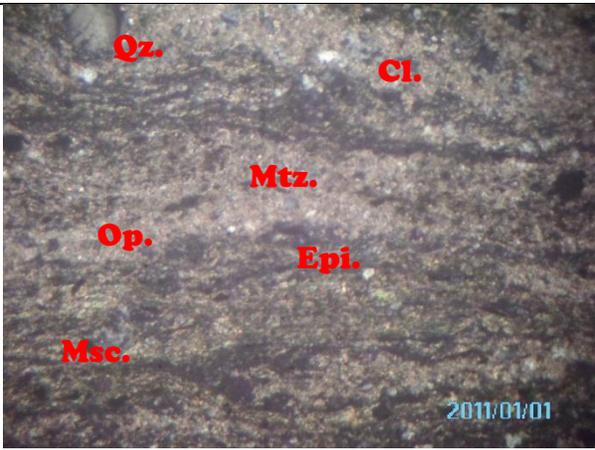
| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|-----------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Cl) | 20% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 10% | |
| | Biotita (Bio) | 4% | |
| | Moscovita (Msc) | 10% | |
| | Epidota (Epi) | 2% | |
| | Opacos (Op) | 4% | |
| | Matriz (Mtz) | 50% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidobástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-030 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN:UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 193570 | UTM (N): 1654786 | |
| LOCALIDAD: | Río Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filítica |
| ESTRUCTURAS: Foliación 25/N215. Fracturas: 75°/N045, 67°/N195 |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verde grisasea | |

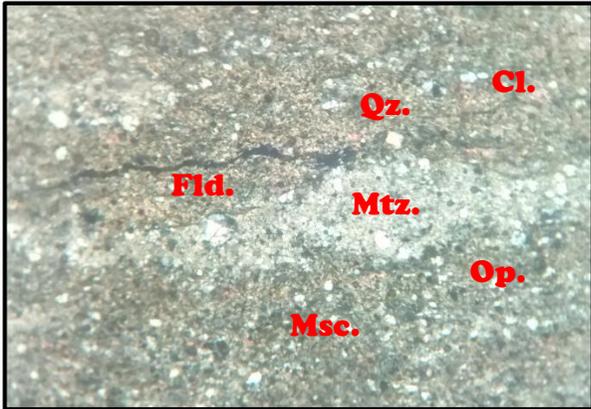
| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|-----------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Cl) | 10% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 10% | |
| | Biotita (Bio) | 5% | |
| | Moscovita (Msc) | 15% | |
| | Epidota (Epi) | 5% | |
| | Opacos (Op) | 10% | |
| | Matriz (Mxz) | 45% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidobástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-032 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 192602 | UTM (N): 1654589 | |
| LOCALIDAD: | | Río Uyús | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filítica |
| ESTRUCTURAS: Foliación 25/N210. Fracturas: 45°/N0145, 27°/N165 |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verde grisasea | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|------------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Cl) | 10% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 10% | |
| | Feldespatos (Fl) | 2% | |
| | Moscovita (Msc) | 15% | |
| | Epidota (Epi) | 10% | |
| | Opacos (Op) | 8% | |
| | Matriz (Mtz) | 45% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidobástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-034 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 193992 | UTM (N): 1655772 | |
| LOCALIDAD: | Río Uyús | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|--|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Filita |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|---|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Filítica |
| ESTRUCTURAS: Foliación 25/N180. Fracturas: 45°/N194, 27°/N60 |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Filítica | |
| COLOR: Verde grisasea | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | | |
|---|------------------|-------------|--|
| MINERALES | Clorita (Cl) | 30% |  |
| | Cuarzo (Qz) | 10% | |
| | Feldespatos (Fl) | 2% | |
| | Moscovita (Msc) | 10% | |
| | Epidota (Epi) | 3% | |
| | Opacos (Op) | 5% | |
| | Matriz (Mtz) | 40% | |
| | Total | 100% | |
| TEXTURAS: Lepidobástica | | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | | |

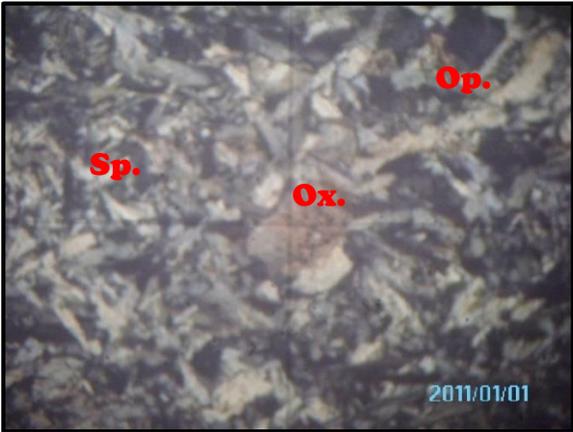
| DATOS GENERALES | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| NO. DE MUESTRA: DG-039 | | | |
| FECHA: 31/10/2013 | | PROYECTO: La Geología en el Progreso. | |
| UBICACIÓN: UTM ZONA: 16 | UTM (E) : 193813 | UTM (N): 1652616 | |
| LOCALIDAD: | Carretera CA-9 próxima a San Cristóbal. | | |
| HOJA TOPO /GEO: Topográfica 2260-IV | NOMBRE: San Agustín Acasaguastlán | SERIE: Segunda Edición –ING- | ESCALA: 1: 50,000 |

| |
|---|
| TIPO DE ROCA: Metamórfica |
| UNIDAD LITODEMICA: Peridotita Serpentinizada |
| CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Mineralógica |

| DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO |
|--|
| DISPOSICIÓN: Insitum |
| SECUENCIA DE ROCAS: Cataclastica |
| ESTRUCTURAS: Fracturas: 45°/N194, 27°/N60 |

| DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA | |
|--|--|
| GRADO DE METEORIZACIÓN: II |  |
| COMPOSICIÓN MINERALÓGICA: Cuarzo, feldespato y micas | |
| TEXTURA: Cataclastica | |
| COLOR: Verde grisasea | |

| DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA | | |
|---|--------------------|-------------|
| MINERALES | Serpentinita (Sp) | 90% |
| | Ortopiroxenos (Ox) | 5% |
| | Opacos(Op) | 5% |
| | | |
| | | |
| | | |
| | Total | 100% |
| TEXTURAS: Lepidobástica | | |
| FACIES METAMORFICAS: Esquistos Verdes | | |



ANEXO 8

DATOS ESTRUCTURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Foliación S_1 del gneis:

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 1 | N210 | 58 | 19 | N195 | 21 |
| 2 | N315 | 31 | 20 | N340 | 45 |
| 3 | N270 | 10 | 21 | N353 | 26 |
| 4 | N320 | 10 | 22 | N195 | 41 |
| 5 | N230 | 28 | 23 | N295 | 12 |
| 6 | N140 | 35 | 24 | N290 | 27 |
| 7 | N175 | 18 | 25 | N230 | 34 |
| 8 | N210 | 18 | 26 | N190 | 39 |
| 9 | N282 | 10 | 27 | N210 | 35 |
| 10 | N263 | 25 | 28 | N270 | 5 |
| 11 | N190 | 2 | 29 | N190 | 15 |
| 12 | N300 | 5 | 30 | N190 | 7 |
| 13 | N220 | 20 | 31 | N270 | 25 |
| 14 | N165 | 60 | 32 | N353 | 26 |
| 15 | N310 | 22 | 33 | N140 | 25 |
| 16 | N275 | 18 | 34 | N140 | 14 |
| 17 | N276 | 16 | 35 | N185 | 25 |
| 18 | N210 | 58 | 36 | N315 | 23 |

B. Foliación S_1 de la Filita

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 1 | N195 | 32 | 13 | N158 | 35 |
| 2 | N224 | 20 | 14 | N188 | 28 |
| 3 | N220 | 40 | 15 | N200 | 25 |
| 4 | N224 | 28 | 16 | N198 | 45 |
| 5 | N217 | 30 | 17 | N250 | 46 |
| 6 | N154 | 40 | 18 | N215 | 43 |
| 7 | N245 | 32 | 19 | N150 | 54 |
| 8 | N162 | 21 | 20 | N205 | 28 |
| 9 | N214 | 22 | 21 | N250 | 5 |
| 10 | N218 | 23 | 22 | N230 | 15 |
| 11 | N124 | 38 | 23 | N140 | 46 |

| | | | | | |
|----|------|----|----|------|----|
| 12 | N106 | 20 | 24 | N270 | 65 |
| 25 | N25 | 38 | 46 | N255 | 20 |
| 26 | N188 | 40 | 47 | N210 | 36 |
| 27 | N138 | 36 | 48 | N210 | 30 |
| 28 | N196 | 32 | 49 | N205 | 30 |
| 29 | N140 | 18 | 50 | N210 | 35 |
| 30 | N60 | 18 | 51 | N190 | 26 |
| 31 | N146 | 45 | 52 | N190 | 40 |
| 32 | N60 | 64 | 53 | N205 | 45 |
| 33 | N210 | 20 | 54 | N200 | 55 |
| 34 | N220 | 12 | 55 | N200 | 20 |
| 35 | N165 | 35 | 56 | N225 | 46 |
| 36 | N210 | 50 | 57 | N225 | 43 |
| 37 | N190 | 15 | 58 | N060 | 22 |
| 38 | N160 | 20 | 59 | N208 | 26 |
| 39 | N150 | 30 | 60 | N225 | 43 |
| 40 | N195 | 30 | 61 | N207 | 32 |
| 41 | N157 | 17 | 62 | N215 | 24 |
| 42 | N158 | 20 | 63 | N230 | 14 |
| 43 | N195 | 33 | 64 | N270 | 8 |
| 44 | N183 | 33 | 65 | N205 | 35 |
| 45 | N160 | 10 | | | |

C. Foliación S_1 de la Peridotita Serpentinizada

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 1 | N45 | 7 | 17 | N275 | 30 |
| 2 | N35 | 4 | 18 | N246 | 37 |
| 3 | N320 | 48 | 19 | N190 | 10 |
| 4 | N245 | 25 | 20 | N115 | 25 |
| 5 | N191 | 46 | 21 | N25 | 32 |
| 6 | N115 | 45 | 22 | N310 | 32 |
| 7 | N090 | 45 | 23 | N150 | 39 |
| 8 | N144 | 60 | 24 | N198 | 25 |
| 9 | N36 | 60 | 25 | N30 | 33 |
| 10 | N336 | 28 | 26 | N300 | 26 |
| 11 | N342 | 60 | 27 | N90 | 40 |
| 12 | N164 | 10 | 28 | N320 | 15 |
| 13 | N164 | 10 | 29 | N230 | 45 |
| 14 | N270 | 40 | 30 | N110 | 26 |
| 15 | N164 | 10 | 31 | N95 | 39 |

| | | | | | |
|----|------|----|----|------|----|
| 16 | N270 | 78 | 32 | N185 | 18 |
| 33 | N270 | 78 | 47 | N85 | 25 |
| 34 | N165 | 70 | 48 | N130 | 40 |
| 35 | N270 | 70 | 49 | N162 | 70 |
| 36 | N110 | 12 | 50 | N168 | 40 |
| 37 | N242 | 28 | 51 | N345 | 48 |
| 38 | N315 | 31 | 52 | N224 | 20 |
| 39 | N95 | 41 | 53 | N262 | 32 |
| 40 | N70 | 45 | 54 | N100 | 30 |
| 41 | N215 | 65 | 55 | N40 | 50 |
| 42 | N178 | 36 | 56 | N290 | 36 |
| 43 | N172 | 8 | 57 | N220 | 15 |
| 44 | N192 | 40 | 58 | N20 | 75 |
| 45 | N120 | 7 | 59 | N195 | 36 |
| 46 | N45 | 7 | 60 | N340 | 25 |

D. Foliación S₁ del mármol

| No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|
| 1 | N345 | 22 |
| 2 | N325 | 23 |
| 3 | N298 | 37 |
| 4 | N340 | 44 |
| 5 | N220 | 39 |
| 6 | N340 | 43 |
| 7 | N328 | 59 |
| 8 | N125 | 15 |
| 9 | N350 | 51 |
| 10 | N345 | 22 |

E. Foliación S₂ de las Filitas

| No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|
| 1 | N290 | 30 |
| 2 | N180 | 42 |
| 3 | N144 | 44 |
| 4 | N63 | 5 |
| 5 | N60 | 18 |
| 6 | N350 | 5 |
| 7 | N270 | 23 |
| 8 | N10 | 18 |

| | | |
|-----------|------|----|
| 9 | N230 | 9 |
| 10 | N245 | 21 |
| 11 | N230 | 21 |
| 12 | N320 | 25 |

F. Foliación S₂ del gneis

| No. | Dir | Dip |
|------------|------------|------------|
| 1 | 120 | 58 |
| 2 | 100 | 45 |
| 3 | 328 | 56 |
| 4 | 298 | 71 |
| 5 | 296 | 65 |
| 6 | 300 | 34 |
| 7 | 305 | 34 |
| 8 | 125 | 65 |
| 9 | 124 | 75 |
| 10 | 324 | 48 |
| 11 | 328 | 47 |
| 12 | 317 | 56 |
| 13 | 120 | 58 |

G. Ejes de Pliegue del gneis

| No. | Dir | Dip |
|------------|------------|------------|
| 1 | N350 | 22 |
| 2 | N181 | 21 |
| 3 | N200 | 10 |
| 4 | N189 | 41 |
| 5 | N200 | 12 |
| 6 | N125 | 14 |
| 7 | N111 | 20 |
| 8 | N106 | 79 |
| 9 | N125 | 14 |
| 10 | N35 | 25 |
| 11 | N175 | 55 |
| 12 | N30 | 2 |
| 13 | N185 | 54 |
| 14 | N25 | 20 |
| 15 | N170 | 25 |
| 16 | N190 | 25 |

H. Ejes de pliegue de las filitas

| No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|
| 1 | N340 | 30 |
| 2 | N314 | 12 |
| 3 | N334 | 12 |
| 4 | N320 | 10 |
| 5 | N90 | 3 |
| 6 | N320 | 5 |
| 7 | N112 | 15 |
| 8 | N284 | 30 |
| 9 | N304 | 40 |
| 10 | N340 | 30 |

I. Ejes de pliegue de las peridotitas

| No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|
| 1 | N274 | 20 |
| 2 | N195 | 40 |
| 3 | N225 | 21 |
| 4 | N145 | 16 |

J. Lineación mineral

| No. | Dir | Dip |
|-----|-----|-----|
| 1 | 265 | 40 |
| 2 | 272 | 35 |
| 3 | 264 | 32 |
| 4 | 271 | 37 |
| 5 | 273 | 30 |
| 6 | 272 | 39 |
| 7 | 267 | 43 |

K. Boudinage en los gneis

| No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|
| 1 | N190 | 14 |
| 2 | N350 | 24 |
| 3 | N55 | 3 |
| 4 | N80 | 10 |
| 5 | N30 | 18 |
| 6 | N345 | 22 |
| 7 | N240 | 27 |
| 8 | N345 | 15 |

| | | |
|-----------|------|----|
| 9 | N120 | 30 |
| 10 | N50 | 2 |
| 11 | N90 | 8 |
| 12 | N195 | 12 |
| 13 | N335 | 12 |

L. Boudinage en la filita

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 200 | 12 | 15 | 225 | 30 |
| 2 | 180 | 10 | 16 | 215 | 23 |
| 3 | 164 | 18 | 17 | 350 | 10 |
| 4 | 154 | 40 | 18 | 263 | 12 |
| 5 | 104 | 10 | 19 | 85 | 3 |
| 6 | 110 | 12 | 20 | 95 | 17 |
| 7 | 320 | 12 | 21 | 310 | 18 |
| 8 | 310 | 18 | 22 | 320 | 8 |
| 9 | 222 | 12 | 23 | 235 | 3 |
| 10 | 270 | 25 | 24 | 324 | 10 |
| 11 | 135 | 12 | 25 | 250 | 10 |
| 12 | 135 | 20 | 26 | 185 | 24 |
| 13 | 50 | 13 | 27 | 210 | 20 |
| 14 | 342 | 15 | 28 | 140 | 10 |

M. Grietas de tensión en el gneis

| No. | Dir | Dip |
|------------|------------|------------|
| 1 | 204 | 40 |
| 2 | 210 | 30 |
| 3 | 205 | 15 |
| 4 | 224 | 30 |
| 5 | 218 | 34 |
| 6 | 202 | 25 |

N. Grietas de tensión en la filita

| No. | Dir | Dip |
|------------|------------|------------|
| 1 | 190 | 30 |
| 2 | 182 | 14 |
| 3 | 180 | 30 |
| 4 | 298 | 16 |
| 5 | 40 | 20 |
| 6 | 152 | 19 |

O. Grietas de tensión en la peridotita serpentinizada

| No. | Dir | Dip |
|-----|-----|-----|
| 1 | 280 | 64 |

P. Fracturas en el gneis

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 1 | N30 | 88 | 19 | N115 | 50 |
| 2 | N120 | 31 | 20 | N350 | 78 |
| 3 | N135 | 87 | 21 | N250 | 60 |
| 4 | N185 | 79 | 22 | N90 | 70 |
| 5 | N100 | 64 | 23 | N140 | 87 |
| 6 | N175 | 80 | 24 | N110 | 72 |
| 7 | N200 | 85 | 25 | N70 | 65 |
| 8 | N5 | 81 | 26 | N135 | 88 |
| 9 | N190 | 85 | 27 | N90 | 88 |
| 10 | N155 | 84 | 28 | N155 | 84 |
| 11 | N200 | 80 | 29 | N200 | 80 |
| 12 | N50 | 24 | 30 | N50 | 24 |
| 13 | N30 | 88 | 31 | N310 | 88 |
| 14 | N70 | 120 | 32 | N240 | 60 |
| 15 | N105 | 77 | 33 | N210 | 88 |
| 16 | N210 | 67 | 34 | N240 | 60 |
| 17 | N135 | 85 | 35 | N350 | 63 |
| 18 | N195 | 82 | 36 | | |

Q. Fractura en las Filitas

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 1 | N215 | 65 | 40 | N140 | 82 |
| 2 | N195 | 71 | 41 | N350 | 84 |
| 3 | N150 | 85 | 42 | N220 | 79 |
| 4 | N195 | 61 | 43 | N145 | 61 |
| 5 | N320 | 81 | 44 | N100 | 74 |
| 6 | N344 | 81 | 45 | N190 | 68 |
| 7 | N150 | 75 | 46 | N155 | 84 |
| 8 | N35 | 74 | 47 | N30 | 45 |
| 9 | N351 | 78 | 48 | N130 | 2 |
| 10 | N34 | 75 | 49 | N150 | 61 |

| | | | | | |
|----|------|-----|----|------|----|
| 11 | N340 | 81 | 50 | N38 | 70 |
| 12 | N70 | 76 | 51 | N320 | 88 |
| 13 | N70 | 76 | 52 | N120 | 80 |
| 14 | N70 | 76 | 53 | N53 | 83 |
| 15 | N225 | 80 | 54 | N165 | 87 |
| 16 | N343 | 78 | 55 | N40 | 82 |
| 17 | N254 | 78 | 56 | N340 | 75 |
| 18 | N18 | 66 | 57 | N140 | 75 |
| 19 | N284 | 68 | 58 | N350 | 88 |
| 20 | N114 | 72 | 59 | N140 | 67 |
| 21 | N215 | 56 | 60 | N190 | 75 |
| 22 | N20 | 76 | 61 | N175 | 80 |
| 23 | N40 | 84 | 62 | N155 | 59 |
| 24 | N215 | 56 | 63 | N240 | 65 |
| 25 | N215 | 56 | 64 | N320 | 66 |
| 26 | N215 | 56 | 65 | N190 | 79 |
| 27 | N40 | 84 | 66 | N130 | 85 |
| 28 | N140 | 83 | 67 | N130 | 60 |
| 29 | N330 | 75 | 68 | N350 | 67 |
| 30 | N176 | 295 | 69 | N270 | 20 |
| 31 | N190 | 67 | 70 | N150 | 65 |
| 32 | N320 | 73 | 71 | N153 | 68 |
| 33 | N130 | 90 | 72 | N140 | 75 |
| 34 | N340 | 60 | 73 | N140 | 80 |
| 35 | N195 | 84 | 74 | N210 | 46 |
| 36 | N240 | 68 | 75 | N110 | 88 |
| 37 | N54 | 79 | 76 | N160 | 45 |
| 38 | N225 | 71 | 77 | N315 | 40 |
| 39 | N215 | 65 | 78 | N140 | 82 |

R. Fractura en las Peridotitas

| No. | Dir | Dip | No. | Dir | Dip |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 1 | N185 | 40 | 40 | N305 | 67 |
| 2 | N357 | 45 | 41 | N210 | 42 |
| 3 | N181 | 50 | 42 | N95 | 85 |
| 4 | N186 | 41 | 43 | N10 | 45 |
| 5 | N350 | 52 | 44 | N270 | 40 |
| 6 | N40 | 50 | 45 | N220 | 55 |
| 7 | N35 | 45 | 46 | N155 | 50 |
| 8 | N38 | 40 | 47 | N150 | 76 |
| 9 | N25 | 42 | 48 | N345 | 40 |

| | | | | | |
|----|------|----|----|------|----|
| 10 | N39 | 48 | 49 | N240 | 45 |
| 11 | N20 | 86 | 50 | N85 | 44 |
| 12 | N18 | 70 | 51 | N310 | 32 |
| 13 | N15 | 75 | 52 | N150 | 40 |
| 14 | N10 | 72 | 53 | N314 | 56 |
| 15 | N340 | 80 | 54 | N210 | 48 |
| 16 | N310 | 70 | 55 | N346 | 40 |
| 17 | N160 | 65 | 56 | N85 | 44 |
| 18 | N215 | 56 | 57 | N210 | 60 |
| 19 | N67 | 75 | 58 | N220 | 40 |
| 20 | N100 | 64 | 59 | N90 | 75 |
| 21 | N175 | 80 | 60 | N40 | 82 |
| 22 | N215 | 56 | 61 | N320 | 70 |
| 23 | N105 | 61 | 62 | N210 | 60 |
| 24 | N5 | 52 | 63 | N120 | 52 |
| 25 | N120 | 39 | 64 | N30 | 50 |
| 26 | N112 | 52 | 65 | N290 | 65 |
| 27 | N60 | 35 | 66 | N225 | 70 |
| 28 | N190 | 8 | 67 | N90 | 85 |
| 29 | N210 | 85 | 68 | N100 | 48 |
| 30 | N310 | 65 | 69 | N290 | 8 |
| 31 | N60 | 74 | 70 | N25 | 86 |
| 32 | N135 | 55 | 71 | N142 | 70 |
| 33 | N140 | 50 | 72 | N160 | 85 |
| 34 | N90 | 77 | 73 | N15 | 70 |
| 35 | N200 | 70 | 74 | N358 | 30 |
| 36 | N10 | 67 | 75 | N310 | 81 |
| 37 | N110 | 35 | 76 | N285 | 36 |
| 38 | N12 | 61 | 77 | N192 | 61 |
| 39 | N185 | 40 | 78 | N305 | 67 |

S. Fallas del área de estudio

| Buzamiento | Dirección | Pitch | Sentido | Tipo de Falla |
|------------|-----------|-------|---------|----------------|
| 85 | 149 | 80 | NE | Normal Pura |
| 85 | 242 | 80 | NW | Normal Pura |
| 81 | 57 | 50 | SE | Normal Dextral |
| 84 | 98 | 70 | SW | Normal Dextral |
| 20 | 255 | 47 | NE | Normal Dextral |
| 18 | 278 | 46 | NW | Normal Dextral |
| 65 | 130 | 75 | SE | Normal Dextral |
| 70 | 30 | 80 | NE | Inversa Pura |
| 50 | 358 | 85 | SE | Inversa Pura |

| | | | | |
|----|-----|----|----|-------------------|
| 14 | 42 | 40 | NE | Inversa Dextral |
| 56 | 244 | 35 | SW | Inversa Dextral |
| 50 | 300 | 48 | NW | Inversa Dextral |
| 17 | 110 | 30 | SE | Inversa Dextral |
| 38 | 342 | 55 | NW | Inversa Sinestral |
| 60 | 164 | 44 | SE | Inversa Sinestral |
| 14 | 42 | 40 | NE | Sinestral Inversa |
| 56 | 244 | 35 | SW | Sinestral Inversa |
| 50 | 300 | 48 | NW | Sinestral Inversa |
| 17 | 110 | 30 | SE | Sinestral Inversa |
| 80 | 135 | 25 | NE | Sinestral Normal |
| 72 | 165 | 17 | SW | Dextral Inversa |
| 68 | 24 | 35 | SE | Dextral Inversa |
| 80 | 285 | 21 | NE | Dextral Normal |

No.053-2016



CUNOR | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala

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:

GEOLOGÍA

Al trabajo titulado:

GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANALISIS DE FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITODÉMICAS, AL NORESTE DEL MUNICIPIO DEL SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN EN UN ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25 000

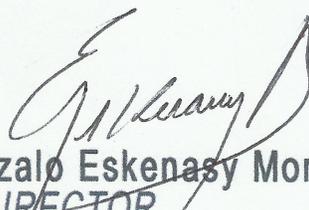
Presentado por el (la) estudiante:

DULCE MARÍA ESTHER GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán Alta Verapaz 10 de Marzo de 2016.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR

