

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



INFORME FINAL DEL TRABAJO FINAL DE CAMPO

LA GEOLOGÍA EN IZABAL:

Levantamiento geológico a escala 1:25,000 en los alrededores de la aldea Sebilá, municipio de Livingston.

PABLO ALEJANDRO CONTRERAS ROMERO

COBAN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2 015.

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME FINAL DEL TRABAJO FINAL DE CAMPO TITULADO

LA GEOLOGIA EN IZABAL: Levantamiento geológico a escala
1:25,000, en los alrededores de la aldea Sebilá, municipio de
Livingston.

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

PABLO ALEJANDRO CONTRERAS ROMERO
CARNÉ 200340033

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO EN GEOLOGIA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2 015.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

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

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geol. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

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

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Lic. Marvin Aníbal Cuz Kuckling

REVISOR TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geol. Silvia Frine Cortez Bendfelt

ASESOR

Ing. Geol. Osmín Jared Vásquez Hernández

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-TFCG-033/2013
11 de febrero de 2013

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

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

E-mail: geologiausac@gmail.com

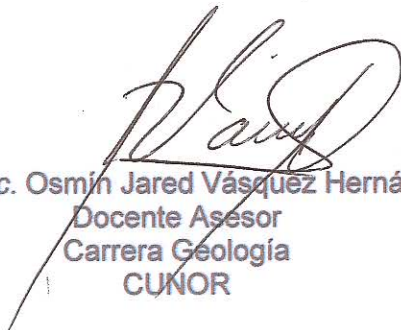
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **PABLO ALEJANDRO CONTRERAS ROMERO**, carné No. **200340033**, titulado: **“LA GEOLOGÍA EN IZABAL: LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO A ESCALA 1:25,000 EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SEBILÁ, MUNICIPIO DE LIVINGSTON”**, el cual considero llena los requisitos establecidos para su aprobación, por lo que someto a consideración de ustedes dicho informe.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. M.Sc. Osmín Jared Vásquez Hernández
Docente Asesor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-132/2015
06 de abril de 2015

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

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

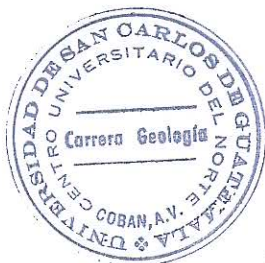
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR


Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel técnico, del estudiante **PABLO ALEJANDRO CONTRERAS ROMERO**, carné No. **200340033**, titulado: **“LA GEOLOGÍA EN IZABAL: LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO A ESCALA 1:25,000 EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SEBILÁ, MUNICIPIO DE LIVINGSTON”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”




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

c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-185/2015
21 de mayo de 2015

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

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

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

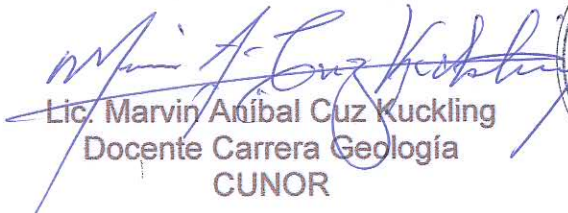
Respetables Señores:

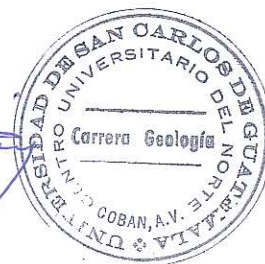
Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“LA GEOLOGÍA EN IZABAL: LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO A ESCALA 1:25,000 EN LOS ALREDEDORES DE LA ALDEA SEBILÁ, MUNICIPIO DE LIVINGSTON”**, del estudiante **PABLO ALEJANDRO CONTRERAS ROMERO**, carné No. **200340033**, el cual ya fue revisado como miembro de la Comisión de Redacción y Estilo de la Carrera de Geología, quien considera llena los requisitos establecidos para su aprobación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Comisión de Redacción y Estilo
Carrera Geología


Lic. Marvin Anibal Cuz Kuckling
Docente Carrera Geología
CUNOR



c.c. Archivo.

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el Informe final de Trabajo de Graduación titulado: "Geología en Izabal: Levantamiento geológico a escala 1:25,000 en los alrededores de la aldea Sebilá del Municipio de Livingston", como requisito previo a optar al título profesional de Técnico Universitario en Geología.


Pablo Alejandro Contreras Romero
Carné 200340033

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: del estudiante que opta al título, del asesor, de la Comisión de Trabajos de Graduación, de la Comisión de Redacción y Estilo de la carrera y de las autoridades del Centro Universitario del Norte”

Aprobado en punto Quinto, inciso 5.1, del subinciso 5.1.2 del Acta No. 21-2008 de Sesión Ordinaria del Consejo Directivo, de fecha 18 de septiembre de 2008.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas e instituciones que intervinieron en mi formación académica y la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos y Marina. Mis hermanos Roberto, Francisco, Carla y Ángela. A mi esposa Cynthia Ayala y su familia. A la familia Hidalgo de León.
Y a mis amigos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	v
ÍNDICE DE LÁMINAS DELGADAS	vi
ÍNDICE DE ESTEREOGRAMAS	vii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE ROSA	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	ix

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 EL PROBLEMA	3
1.1.1 ANTECEDENTES	3
1.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.1.4 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	4

1.1.4.1 ALCANCES	4
1.14.2 LIMITE ESPACIAL Y TEMPORAL, LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA, ACCESOS, DURACIÓN Y LAPSO DE TIEMPO DE INVESTIGACIÓN	5
1.1.5 OBJETIVOS	7
1.1.5.1 GENERAL	7
1.1.5.2 ESPECÍFICOS	7
1.1.6 MARCO METODOLÓGICO	8
1.1.6.1 ETAPA DE RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
1.1.6.2 ETAPA DE CAMPO	9
1.1.6.3 ETAPA DE LABORATORIO	10
1.1.6.4 ETAPA DE GABINETE	10
CAPÍTULO II	13
GEOMORFOLOGÍA REGIONAL	
2.1 CLIMA Y VEGETACIÓN	13
2.2 METEORIZACIÓN Y CARSTIFICACIÓN	15
2.3 SUELOS	17
2.4 DRENAJE FLUVIAL	19
2.5 EROSIÓN	20
2.6 RELIEVE	21
2.7 FISIOGRAFÍA	21
CAPÍTULO III	25
TECTÓNICA REGIONAL	
3.1 HISTORIA TECTÓNICA	26
3.1.1 FASE I	27
3.1.2 FASE II	28

3.1.3 FASE III	29
CAPÍTULO IV	
ESTRATIGRAFÍA REGIONAL	
4.1 FORMACIÓN COBÁN (Sapper, 1 899)	33
4.2 FORMACIÓN CAMPUR (Vinson, 1 962)	35
4.3 FORMACIÓN SEPUR (Sapper, 1 899), GRUPO VERAPAZ (Vinson, 1 962) Y GRUPO PETÉN (Sapper, 1 937; Wandell, 1 926 y Vinson, 1 962)	36
4.4 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL BLOQUE MAYA	38
CAPÍTULO V	
LITO-ESTRATIGRAFÍA LOCAL	
5.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS	41
5.1.1 UNIDAD DE CARBONATOS (Uc)	41
5.1.2 UNIDAD DE SILICICLÁSTICOS (Us)	48
5.1.3 UNIDAD DE ALUVIÓN ANTIGUO SEBILÁ (Uaas)	51
5.1.4 UNIDAD DE COLUVIÓN (Qco)	55
5.1.5 UNIDAD DE ALUVIÓN (Qal)	56
5.1.6 UNIDAD DE SUELOS	58
5.2 COLUMNA LITO-ESTRATIGRÁFICA LOCAL	59
CAPÍTULO VI	
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	
6.1 LINEAMIENTOS	61
6.2 FALLAS GEOLÓGICAS	63
6.2.1 FALLAS NORMALES	64
6.2.2 FALLAS INVERSAS	66

6.2.3 FALLAS DE RUMBO	67
6.3 FRACTURAS Y DIACLASAS	69
6.4 MODELO DE DEFORMACIÓN	72

CAPÍTULO VII	75
HISTORIA GEOLÓGICA Y RELIEVE ACTUAL	

CAPÍTULO VIII	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	

8.1 CONCLUSIONES	79
8.2 RECOMENDACIONES	80

BIBLIOGRAFÍA	81
---------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Coordenadas UTM de los Vértices del Área de Estudio	5
TABLA 2 Escala de Meteorización según D.G. Moyle 1 980	16
TABLA 3 Características Texturales y Micropaleontológicas. Muestras U. Carbonatos	47
TABLA 4 Información Planos de Falla. Normales	64
TABLA 5 Información Planos de Falla. Inversas	66
TABLA 6 Información. Falla de Rumbo y Fractura de Tensión	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 Localización del Área de Estudio	6
ILUSTRACIÓN 2 Zonas de Vida Holdridge de la Región de Estudio	15

ILUSTRACIÓN 3	Series de Suelos de la Región de Estudio	18
ILUSTRACIÓN 4	Subcuenca del Río Chocón Machaca	19
ILUSTRACIÓN 5	Grandes Paisajes Fisiográficos de la Región de Estudio	23
ILUSTRACIÓN 6	Fase Tectónica I: Jurásico tardío, hace 150 Ma.	28
ILUSTRACIÓN 7	Fase Tectónica II: Cretácico tardío, hace 80 Ma.	29
ILUSTRACIÓN 8	Fase Tectónica III: Mioceno, hace 21 Ma.	30
ILUSTRACIÓN 9	Litología Superficial de la Región de Estudio	32
ILUSTRACIÓN 10	Carta Cronoestratigráfica. Periodos: Cretácico- Terciario, Grupo Verapaz	38
ILUSTRACIÓN 11	Columnas Litológicas Idealizadas de la Cuenca Petén	39
ILUSTRACIÓN 12	Columna Litológica Idealizada Local	60
ILUSTRACIÓN 13	Lineamientos de la Región NE del Departamento de Izabal	62
ILUSTRACIÓN 14	Modelo de Deformación de Márgenes de Placa de Rumbo Sinestral	73

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1	Vista General Cerros Cársticos. Subunidad Inferior de Carbonatos	42
FOTOGRAFÍA 2	Vista de Afloramiento. Subunidad Inferior de Carbonatos	43
FOTOGRAFÍA 3	Vista de Afloramiento. Subunidad Superior de Carbonatos	44
FOTOGRAFÍA 4	Vista de Afloramiento. Unidad de Siliciclásticos	49
FOTOGRAFÍA 5	Vista de Afloramiento. Base de la Unidad de Aluvión Antiguo Sebilá	52
FOTOGRAFÍA 6	Vista de Afloramiento. Techo de la Unidad de Aluvión	53

Antiguo Sebilá

FOTOGRAFÍA 7	Vista General. Unidad de Coluvión	55
FOTOGRAFÍA 8	Vista de Afloramiento. Unidad de Coluvión	56
FOTOGRAFÍA 9	Vista General. Unidad de Aluvión. Terraza Aluvial	57
FOTOGRAFÍA 10	Vista de Afloramiento. Unidad de Aluvión	57
FOTOGRAFÍA 11	Vista de Afloramiento. Contacto Discordante por Erosión con la Unidad de Carbonatos	58
FOTOGRAFÍA 12	Vista de Afloramiento. Unidad de Suelos	59
FOTOGRAFÍA 13	Vista de Afloramiento. Tectoglifos Falla Sinistral Pura	68
FOTOGRAFÍA 14	Vista de Afloramiento. Diaclasas en Bloque	71

ÍNDICE DE LÁMINAS DELGADAS

LÁMINA DELGADA 1	Muestra 01-01. Subunidad Inferior de Carbonatos. Texturas: Packstone, biomicrita de ooides	45
LÁMINA DELGADA 2	Muestra 01-16. Subunidad Inferior de Carbonatos. Texturas: Wackstone, biosparita de milliólidos	45
LÁMINA DELGADA 3	Muestra 01-23. Subunidad Inferior de Carbonatos. Texturas: Mudstone, micrita	46
LÁMINA DELGADA 4	Muestra 01-02. Subunidad Superior de Carbonatos. Texturas: Boundstone, biosparita de Coral	46
LÁMINA DELGADA 5	Muestra 01-07. Unidad de Siliciclásticos. Calcoarenita con debris ofiolíticos	51
LÁMINA DELGADA 6	Muestra 05-06. Techo de la Unidad de Aluvión Antiguo Sebilá. Matriz de micrita	53

LÁMINA DELGADA 7 Muestra 04-30. Canto de Caliza de la base de la Unidad Antigua Sebilá	54
--	----

ÍNDICE DE ESTEREOGRAMAS

ESTEREOGRAMA 1 Estratificación de la Unidad de Carbonatos	48
ESTEREOGRAMA 2 Dirección de Esfuerzos de Deformación. Fallas Normales	65
ESTEREOGRAMA 3 Dirección de Esfuerzos de Deformación. Fallas Inversas	67
ESTEREOGRAMA 4 Dirección de Esfuerzos de Deformación. Falla de Rumbo Sinistral	69
ESTEREOGRAMA 5 Orientación Familias de Planos de Fractura	70
ESTEREOGRAMA 6 Dirección de Esfuerzos de Deformación. General	72

ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE ROSA

DIAGRAMA DE ROSA 1 Orientación de las Familias de Lineamientos	63
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- A.** Reporte de Análisis Petrográfico y Micropaleontológico.
- B.** Mapa y Perfil Geológico a Escala 1:25 000.

RESUMEN

La región geológica donde se localiza el área de estudio corresponde a una cuenca sedimentaria compuesta predominantemente por carbonatos. Allí se distingue la existencia en superficie de 5 unidades litológicas distintas, desde la más antigua al presente: la Unidad de Calizas, U. de Siliclásticos, U. aluvión antiguo de Sebilá, Coluvión, Aluvión y Suelos. Las edades de los cuerpos corresponden al intervalo de tiempo que abarca desde el cretácico superior al cuaternario.

El ambiente geológico durante la deposición de la unidad de Calizas corresponde al de plataforma carbonatada, en las facies sedimentarias de talud arrecifal. A continuación el ambiente geológico cambia, la calma estructural de la plataforma carbonatada es interrumpida y ocurre la deposición de sedimentos continentales en facies de talud continental profundo. La sedimentación pudo haber continuado en ambientes geológicos cada vez más continentales, sin embargo en el área de estudio tuvo lugar un largo periodo de erosión con la energía y tiempo de duración suficiente para remover la cobertura sedimentaria que pudo existir.

A continuación el régimen inicialmente de erosión cambia al de deposición y ocurre la sedimentación de la unidad de Aluvión antiguo Sebilá que es un cuerpo

litológico compuesto de un conglomerado basal de calizas y un techo compuesto de lodo calcáreo. Por último, se reconocen ambientes geológicos continentales que han generado planicies aluviales en los cauces de los ríos actuales y la acumulación de material litológico al pie de laderas de pendiente pronunciada. Además, el resultado del intemperismo, suelos y relieve cárstico.

Las estructuras geológicas encontradas concuerdan en cuanto a distribución y orientación con las encontradas en la elipse de deformación del modelo propuesto para márgenes de placas sinestrasales, el cual es el régimen estructural actual.

INTRODUCCIÓN

El presente informe es el resultado de la investigación geológica llevada a cabo en un área de 20km² ubicada en la región nor-oriente de Guatemala, el cual lleva como título “Geología en Izabal: Levantamiento geológico a escala 1:25,000 en los alrededores de la aldea Sebilá, municipio de Livingston. Así mismo, las distintas etapas de investigación que para este proyecto consistió en la recopilación y análisis bibliográfico de la información geológica regional existente como primera etapa.

La segunda etapa, consistió en la cartografía geológica a escala 1:25,000. Conjuntamente se realizó la etapa de laboratorio donde se describieron las características sedimentológicas y petrográficas que permiten definir los cuerpos litológicos encontrados. Por último la etapa de gabinete, donde fue analizada y organizada la información obtenida del proceso de investigación geológica para generar el presente informe y material cartográfico.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1 EL PROBLEMA

1.1.1 ANTECEDENTES

La primera revisión y compilación de la información estratigráfica del bloque geológico “Maya”, que abarca la sección norte de Guatemala, fue realizada en el año 1960. A partir de esa fecha se produjo nueva información que fue compilada e incorporada en el documento titulado “Léxico Estratigráfico Preliminar del Norte y Centro de Guatemala” realizado por S. M. Millan, en el año de 1985.

Posteriormente a ello, en la década de los 90’s la región específica que contiene el área de estudio, cuenca de “Amatique”, fue nuevamente explorada con el propósito de encontrar recursos energéticos, los estudios geológicos, geofísicos y otras disciplinas producto de los estudios exploratorios no fueron publicados, sin embargo están disponibles para consulta en la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.

1.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los cuerpos litológicos y estructuras geológicas que afloran en el área a investigación?

1.1.3 JUSTIFICACIÓN

Los resultados obtenidos de la cartografía geológica realizada a escala de detalle constituyen una mejora y actualización de la información geológica existente del departamento en el que se desarrolló el proyecto.

1.1.4 ALCANCES Y LIMITES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.4.1 ALCANCES

A través del conocimiento detallado de la información litológica y estructural, el planteamiento e interpretación de nuevos proyectos de investigación o prospección de recursos minerales pueden mejorar al reducir los riesgos existentes en el uso de información regional.

1.1.4.2 LÍMITES ESPACIAL Y TEMPORAL. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA. ACCESOS, DURACIÓN Y LAPSO DE TIEMPO DE INVESTIGACIÓN

El área estudiada se encuentra en el Nororiente de Guatemala, en los alrededores de la aldea Sebilá del municipio de Livingston del departamento de Izabal que abarca 20 kilómetros cuadrados de extensión y se encuentra delimitada por las coordenadas de la siguiente tabla.

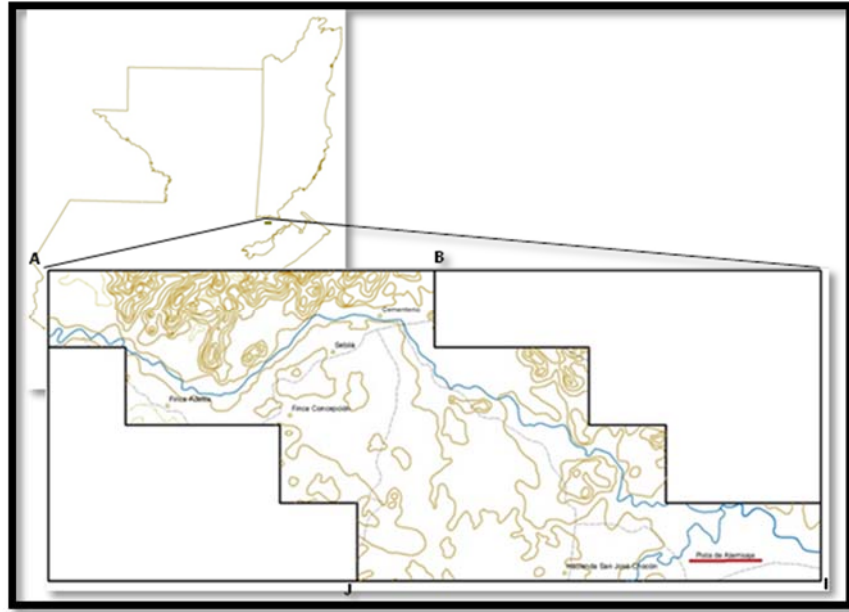
TABLA 1 COORDENADAS UTM DE LOS VÉRTICES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Vértice	Este(X)	Norte(Y)	Vértice	Este(X)	Norte(Y)
A	274,000	1,752,000	I	284,000	1,748,000
B	279,000	1,752,000	J	278,000	1,748,000
C	279,000	1,751,000	K	278,000	1,749,000
D	281,000	1,751,000	L	277,000	1,749,000
E	281,000	1,750,000	M	277,000	1,750,000
F	282,000	1,750,000	N	275,000	1,750,000
G	282,000	1,749,000	O	275,000	1,751,000
H	284,000	1,749,000	P	274,000	1,751,000

Fuente: Investigación de campo. 2008

El área de investigación se encuentra ubicada al norte del lago de Izabal, tal como se muestra en la ilustración.

ILUSTRACIÓN 1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Investigación de campo. 2008

El trabajo tuvo una duración de 6 meses y abarcó el periodo de tiempo comprendido entre el mes de mayo al mes de octubre del año 2,008.

Para acceder a la aldea Sebilá desde la ciudad capital se debe tomar la carretera CA-9 rumbo a puerto Barrios, Izabal, hasta el kilómetro 245 (cruce “La Ruidosa”). A continuación, se debe tomar la carretera CA-13 rumbo a Santa Elena Petén, hasta el kilómetro 288 (aldea Ciénega), en este punto se debe desviar a la derecha y transitar 17 kilómetros de terracería, hasta la aldea Sebilá.

Para acceder al área desde la ciudad de Cobán se debe tomar la carretera CA-14 rumbo a la ciudad capital, hasta el kilómetro 82 (aldea el Rancho), en este punto se debe tomar la carretera CA-9 rumbo a puerto Barrios, Izabal y a continuación seguir las indicaciones del párrafo anterior.

1.1.5 OBJETIVOS

1.1.5.1 GENERAL

Caracterizar la geología superficial de un área de 20 kilómetros cuadrados en los alrededores de la aldea Sebilá, municipio de Livingston, Izabal, a escala 1:25,000.

1.1.5.2 ESPECÍFICOS

- Identificar y delimitar espacialmente los cuerpos litológicos que afloran el área.
- Describir las características petrológicas y petrográficas de los cuerpos litológicos identificados.
- Caracterizar las estructurales geológicas.
- Analizar la litología y geología estructural.

- Proponer los modelos geológicos que expliquen la geología actual del área.
- Elaborar el mapa de cartografía geológica a escala 1:25,000. Caracterizar la geología superficial de un área de 20 kilómetros cuadrados en los alrededores de la aldea Sebilá, municipio de Livingston, Izabal, a escala 1:25,000.

1.1.6 MARCO METODOLÓGICO

La metodología de investigación fue desarrollada en etapas, las cuales consisten en la recopilación bibliográfica de la literatura geológica concerniente a la región donde se ubica el área de estudio. A continuación la etapa de campo, que consiste en la obtención de información por medio de observación y medición directa. Posteriormente una etapa de laboratorio con el propósito de describir las características petrográficas de las muestras de roca seleccionadas. Por último una etapa de gabinete, que fue donde se ordenó y analizó la información adquirida en las etapas anteriores y que dio vida al presente documento.

1.1.6.1 ETAPA DE RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Esta etapa corresponde a compilación y análisis de la información geológica disponible de la región donde se encuentra el área estudiada. El análisis realizado constituyó la construcción del marco teórico referencial, ubicación de sitios de interés para la obtención directa de información y elaboración del mapa base para el cartografiado geológico. Para el efecto, se consultó literatura, fotografías aéreas y mapas temáticos disponibles de la región de interés.

La recopilación de información fue continua durante todo el proyecto, ya que en el transcurso de la investigación surgieron nuevas interrogantes que necesariamente fueron resueltas.

1.1.6.2 ETAPA DE CAMPO

Se realizaron las visitas al campo de trabajo con el propósito de realizar reconocimientos, descripción de variables geológicas cualitativas, mediciones de las variables cuantitativas y recolección de muestras litológicas de interés; utilizando para ello el método de caminamiento, el cual consiste en recorrer los distintos caminos, veredas y quebradas para realizar las mediciones y observaciones directas en los afloramientos de roca y sitios de interés general para los objetivos del proyecto.

De esta manera fue construida la base de datos de las descripciones y mediciones realizadas durante esta etapa, la que fue realizada desde junio a julio de 2008.

1.1.6.3 ETAPA DE LABORATORIO

Se llevó acabo la selección final de las muestras litológicas recolectadas en la etapa anterior, siguiendo el criterio de representatividad del grupo al que pertenecen. Adicionalmente fueron seleccionadas algunas muestras con características individuales especiales, con el propósito de analizar detalladamente las características petrológicas y petrográficas de las unidades litológicas a las que pertenecen.

Lo anterior se desarrolló en el intervalo de tiempo comprendido entre la tercera semana de julio hasta la cuarta semana de agosto del mismo año.

1.1.6.4 ETAPA DE GABINETE

Durante esta etapa fue organizada y analizada la información recopilada sobre las características geomorfológicas, litológicas, micropaleontológicas y estructurales, con el propósito de comparar los modelos geológicos preestablecidos respecto al

estudio geológico realizado. Por último fue elaborado el presente informe, y documentación cartográfica.

CAPÍTULO II

GEOMORFOLOGÍA GENERAL

2.1 CLIMA Y VEGETACIÓN

Las zonas de vida de Holdrige es una metodología de clasificación del terreno según su comportamiento global bioclimático que se basa en la precipitación total anual, temperatura promedio y altura de la zona que se desee clasificar.¹ Según la Base de Datos Digital de República de Guatemala a escala 1:250,000 elaborada por el MAGA, las zonas de vida de interés para el proyecto son “Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido)” Bmh-S(c), y “Bosque muy Húmedo Tropical” Bmh-T.² Ya que el área de investigación convergen las zonas de vida mencionadas.

La precipitación promedio anual de la zona de Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido) Bmh-S(c) es de 1,826 mm, con un mínimo de 1,587 y un máximo de 2,066. La temperatura varía entre 21 y 25°C. La altura de esta zona

¹Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE-ESPRED), del Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). “Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000”. (Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2001). Ibid.

² Ibidem.

se encuentra entre 80 y 1,600 msnm. Las principales especies vegetales de esta zona son el Corozo, Volador, Conacaste, Puntero y Mulato.³

A diferencia del Bosque muy Húmedo Tropical Bmh-T, la precipitación es de aproximadamente 6,000 mm, con un mínimo de 4,000 y un máximo de 8,000. La temperatura en esta zona varía entre 24 y 30°C. La elevación en la que se encuentra esta zona está comprendida entre 0 a 1,267 msnm. Las principales especies vegetales de esta zona son el Subín, Laurel Blanco y Lagarto.⁴

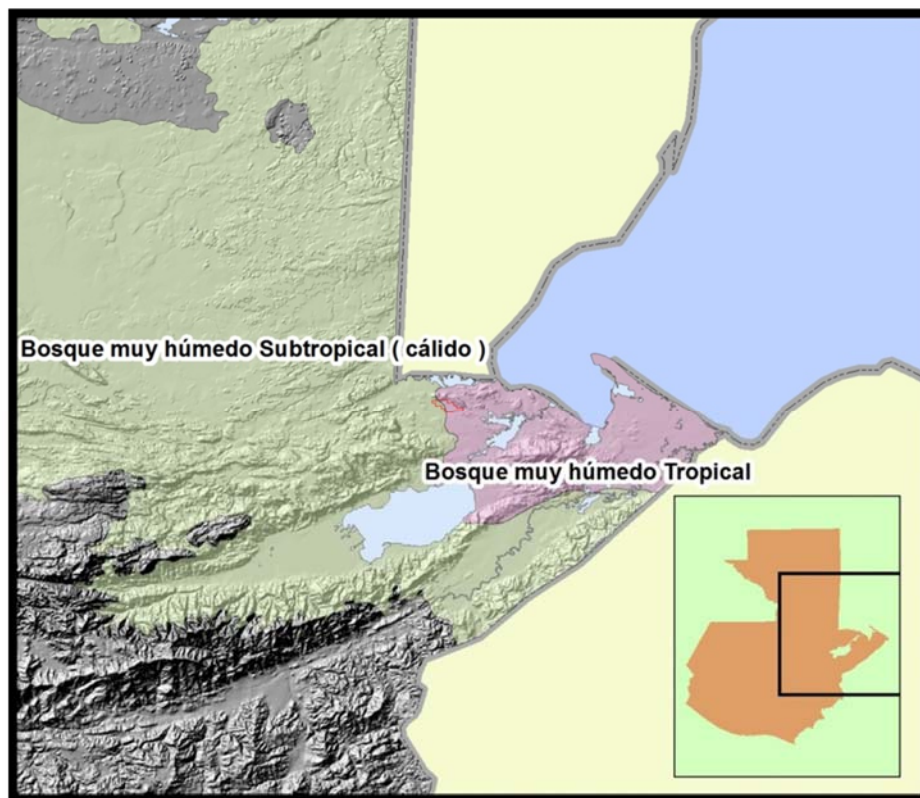
Según las observaciones de Charles Simmons⁵ el departamento de Izabal es una región de lluvia moderada bien distribuida. Febrero, marzo y abril son los meses más secos, no obstante no son exceptos de lluvia, esta puede ser deficiente en los meses de noviembre a mayo. Las temperaturas son altas durante el día y relativamente frescas durante la noche.

³ Ibidem.

⁴ Ibidem.

⁵Charles S. Simmons, Et. Al. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. (Guatemala: José de Pineda Ibarra, 1,959), 535.

ILUSTRACIÓN 2 ZONAS DE VIDA HOLDRIDGE DE LA REGIÓN DE ESTUDIO



Fuente: Modificado Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. MAGA. 2001

2.2 METEORIZACIÓN Y CARSTIFICACIÓN

La meteorización es la desintegración física o química de la roca, este fenómeno depende directamente de las condiciones atmosféricas a las cuales son sometidos los cuerpos litológicos.⁶ Los cuerpos litológicos no responden de igual manera a este fenómeno, lo que da origen a la meteorización diferencial:

⁶Hall, Kevin; Et. Al. *On the persistence of 'weathering'*. (South Africa: South African Geographical Journal 149-150, 2012).

los materiales blandos son más susceptibles a cambios atmosféricos que los materiales firmemente unidos física o químicamente.⁷

Para establecer en campo el grado de meteorización que presenta la roca se utiliza la siguiente tabla.

TABLA 2 ESCALA DE METEORIZACIÓN. SEGÚN D.G. MOYLE 1980

Grado de Meteorización	Denominación	Criterios de Reconocimiento
I	Sana	Roca no meteorizada. Conserva el color y el lustre en toda la masa.
II	Sana con juntas teñidas de óxidos	Las caras de las juntas estan manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre ellas mantiene el color y el lustre de la roca sana.
III	Moderadamente Meteorizada	Claramente meteorizada a través de la petrofábrica reconociendose el cambio de color respecto de la roca sana. El cambio de color puede ser desde simples manchas a variacion de color en toda la masa, generalmente a colores tipicos de oxidos de hierro, la resistencia de la roca puede variar desde muy analoga a la roca grado II a bastante mas baja, pero tal que trozos de 25 cm ² de seccion no pueden romperse en mano.
IV	Muy Meteorizada	Roca intensamente meteorizada, que puede desmenuzarse y romperse a mano, aunque sus elementos son perfectamente reconocibles.
V	Completamente Meteorizada	Material con aspecto de suelo, completamente descompuesto por meteorizacion "in-situ" , pero en el cual se puede reconocer la estructura de la roca original. Los elementos constitutivos de la roca se encuentran diferenciados.

Fuente: <http://unasam.edu.pe/facultades/minas/pdfs/8Trabajo.pdf>

Por otro lado, la carstificación es el resultado de la disolución química de las rocas carbonatadas usualmente por ácido carbónico resultante de la reacción

⁷Ibid.

química entre el agua de lluvia y la materia orgánica en descomposición en la superficie.⁸

Las condiciones atmosféricas de la región de estudio son tropicales, caracterizadas por lluvia y vegetación abundante y temperatura cálida. Estas características son favorables para que exista un alto grado de meteorización, llegando a formar series de suelos del material litológico blanco, y un proceso activo de carstificación en donde las rocas carbonatadas se encuentren

2.3 SUELOS

Según la información de la Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:25,000 elaborada por el MAGA, el área de trabajo se encuentra nuevamente divididas por dos series de suelos. Estas series de suelos son nombradas como Chacalté (Cha) y Chocón (Chc).

La base de datos citada compila las observaciones de Charles S. Simmons, Tárano y Pinto, en el documento “Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala” 1959.

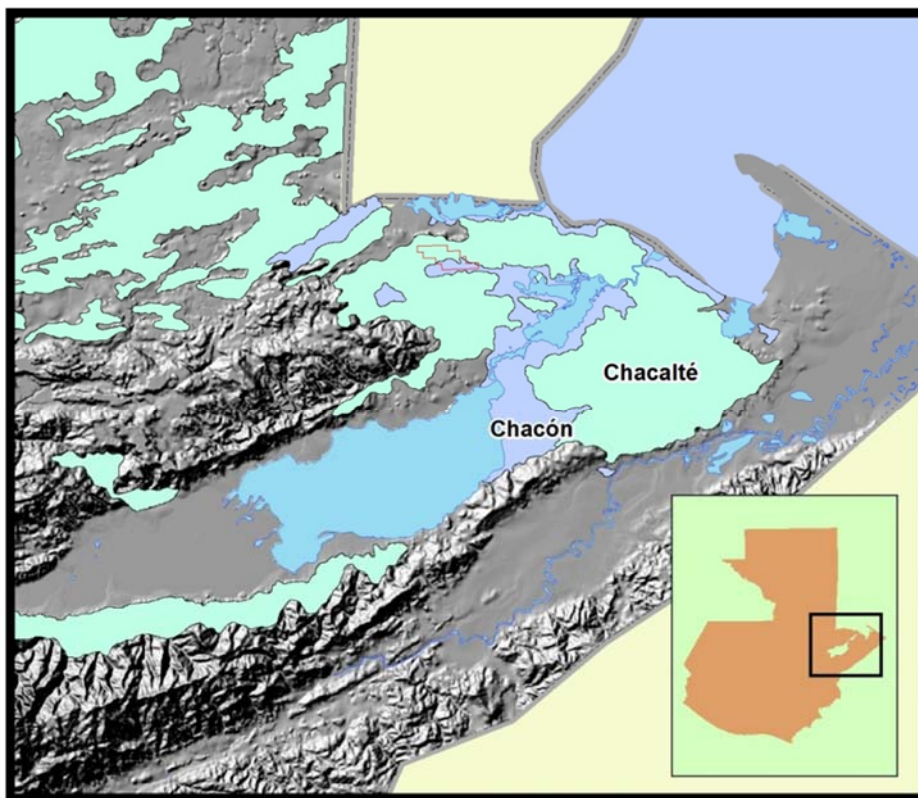
De acuerdo con la información anterior, las características de las series de suelos son, para la serie Chacalté: El material que da origen a los suelos es la roca caliza. Este suelo se encuentra en un rango de altura que va desde 0 a 450 msnm y ocupa relieves cársticos. Estos son suelos profundos y bien drenados.

⁸ Sin autor, “Karst” Wikipedia, 2,006. <http://es.wikipedia.org/wiki/karst> (13 de enero de 2014).

Son color café muy oscuro en superficie y café en profundidad, ambos de textura arcillosa. El riesgo de erosión de estos suelos es alto.

Para la serie Chocón: El Material original proviene de depósitos marinos. La altura a que se encuentra no excede los 45 msnm y ocupa relieve casi plano a ondulatorio. Esta serie posee un buen drenaje y son de coloraciones café, café-grisáceo a café amarillento en superficie y coloraciones amarillo-cafesáceo, amarillo a café rojizo. La textura superficial es franco-limosa y en profundidad franco-limosa a arcillosa. El riesgo de erosión de este suelo es bajo.

ILUSTRACIÓN 3 SERIES DE SUELOS DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

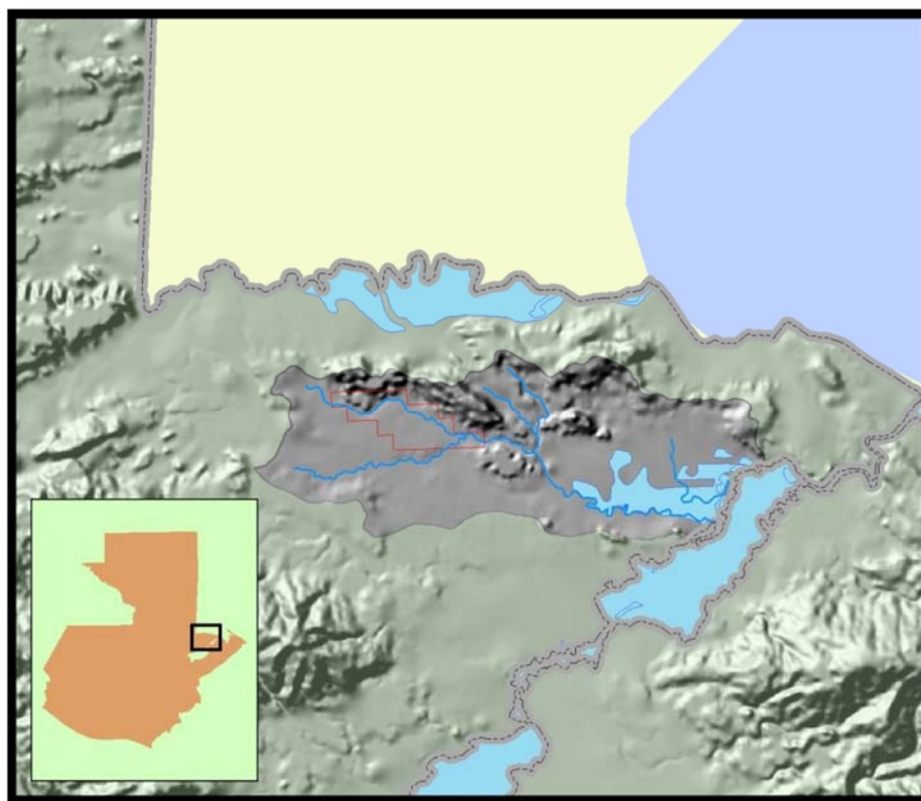


Fuente: Modificado Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. MAGA. 2001

2.4 DRENAJE FLUVIAL

El área de estudio se localiza dentro de la subcuenca endorreica del río Chocón Machaca, que a su vez está incluida en la cuenca del lago de Izabal – Río Dulce, cuya vertiente es el mar caribe.

ILUSTRACIÓN 4 SUBCUENCA DEL RÍO CHOCÓN MACHACA



Fuente: Modificado Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. MAGA. 2001

La subcuenca del Chocón Machaca⁹ posee un área de 2,700 km² y un perímetro de 98 km. La comparación de la relación del área y perímetro de cuenca respecto un círculo de igual área es llamado el coeficiente de compacidad, que para este caso es de 0.63. La red hidrográfica es de tipo

⁹Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE-ESPRED), del Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). “Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000”.

dendrítica a subparalela y posee una extensión de 63 kilómetros. Es de tipo lineal a meandriforme con control estructural y de orden 3.

2.5 EROSIÓN

Según la información expuesta en el apartado de suelos, debido a la naturaleza, altura considerable y pendientes moderadas de la serie de suelo Chaclaté el riesgo por erosión de esta es alto. Por otro lado, los suelos de la serie Chocón se encuentra emplazada en superficies de baja pendiente y relieve por lo que el suelo es clasificado como estable.¹⁰

El principal agente erosivo en la región es el hídrico: La cuenca de Río Dulce posee una extensión de 3,435 Km², con un caudal de 300 m³/s (Heyman y Kjerfve, 1999), con un potencial de descarga de sedimentos de 12,960 m³/d, con un factor teórico promedio de partículas en suspensión de 500 mg/L.¹¹ Según la información citada, el terreno de la cuenca de Río Dulce aporta en promedio un estimado de 3.78 metros cúbicos de sedimento por kilómetro cuadrado. Asumiendo linealidad en la región de estudio, al utilizar el la tasa de descarga calculada anteriormente, la subcuenca del río Chocón Machaca aporta un aproximado de 10,000 metros cúbicos de sedimento al día.

¹⁰Ibid.

¹¹Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo –CONCATRAM–, *Sedimentación en el golfo de Honduras* (Honduras: CONCATRAM, 2003), 12, 14, 15, 16 y 17.

2.6 RELIEVE

En la región se distingue dos tipos de relieve,¹² siendo estos, relieve cárstico y casi plano ondulado. El rango de altura para el relieve cárstico es de 0 a 450 m. y el material litológico que lo modela son rocas calizas. La pendiente promedio es <3%. Por otro lado, la altura del plano ondulado es de 0 a 45 m., el relieve plano ondulado lo confiere los sedimentos marinos que lo modela. La pendiente promedio es de 0%.

2.7 FISIOGRAFÍA

El área de investigación está contenida dentro de dos regiones fisiográficas. La primera región fisiográfica es de las Tierras Altas Sedimentarias, subregión de la Sierra de Chamá que es dividida en dos grandes paisajes, siendo estos, las Planicies Estructurales de la Sierra de Chamá y el de Montañas Cársticas. La segunda región fisiográfica es nombrada como la Depresión de Izabal, subregión Superficie de cerros y planicies, que incluye el gran paisaje de Superficies Bajas y de Erosión.

Las Planicies Estructurales de la Sierra de Chamá son superficies casi planas de forma alargada en sentido E-W, disectadas por drenajes con espacios interfluviales de 1 a 5 km de ancho. El paisaje se encuentra a lo largo de la Sierra de Chamá, en las partes centrales de Quiché, Alta Verapaz y Noreste de

¹²Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE-ESPREDDE), del Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). “Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000”.

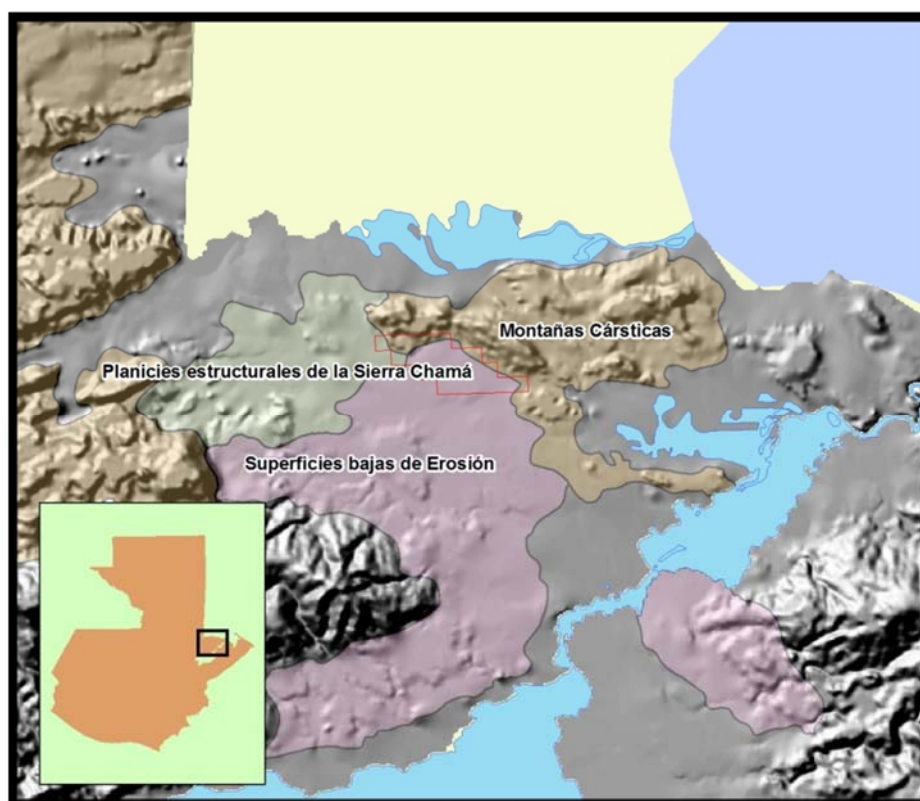
Izabal. Las rocas que yacen en este gran paisaje son de naturaleza sedimentaria clástica de la formación Sepur compuesta por conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas en menor grado calizas litoclásticas, existe en algunas partes material coluvio-aluvial reciente. El gran paisaje se originó por la deposición de sedimentos en los sinclinales formados por los pliegues de la Sierra de Chamá. La edad de este gran paisaje corresponde al Terciario – Cuaternario.

El gran paisaje de Montañas Cársticas Es una franja que se extiende de Este a Oeste. Se encuentra formada por montañas de forma y cimas alargadas de pendiente suave, con alturas de 200 msnm a 600 msnm, en la parte Norte se encuentran pequeños cerros relictos de forma alargada. Este paisaje se ha originado por el levantamiento de una zona marina que se encontraba parcialmente sumergida, por lo que abundan los fósiles de aguas marinas poco profundas. Esta zona emergió posiblemente en el Terciario, por lo que existen en algunas partes sedimentos clásticos marinos que fueron erosionados y transportados por causa del levantamiento regional. El paisaje está constituido por carbonatos (calizas, dolomías, evaporitas, margas) de la Formación Cobán, Ixcoy, Campur del Cretácico (Neocominano-Camapaniano) y de las formaciones Sepur y Grupo Verapaz del Cretácico-Terciario (Campaniano-Eoceno).

El gran paisaje de Superficies Bajas de Erosión se encuentra en los alrededores del Río Dulce al Noreste del Lago de Izabal. El origen de este paisaje tiene relación con la formación de la cuenca sedimentaria de Amatique. Las rocas que componen esta unidad están meteorizadas, originando suelos de

color rojizo a pardo amarillento. Son rocas sedimentarias formadas principalmente por sedimentos de arcilla y arena poco consolidados, con un porcentaje de carbonatos, pertenecientes a la Formación Herrería y aluviones con dominancia de fracciones gruesas.

ILUSTRACIÓN 5 GRANDES PAISAJES FISIOGRAFICOS DE LA REGIÓN DE ESTUDIO



Fuente: Modificado Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. MAGA. 2001

CAPÍTULO III

TECTÓNICA REGIONAL

Guatemala es un país diverso, su territorio continental yace sobre dos placas tectónicas que anteriormente estaban separadas. La región norte del país está ubicada sobre la placa tectónica de Norte América y la región sur sobre la placa tectónica del Caribe. La sutura entre las placas es una margen activo de naturaleza transformante, de movimiento lateral izquierdo de orientación este-oeste. La zona de sutura o de cizalla, generada por el esfuerzo tectónico esta geográficamente ubicada en el medio del país, y su geología consiste en una serie de terrenos tectonoestratigraficos¹ yustapuestos entre sí por medio de fallas geológicas mayores. El sistema de fallas Chixoy-Polochic es un sistema activo que actualmente se desplaza de 10 a 30 milímetros por año. ² Este sistema de fallas delimita la zona de cizalla y sus terrenos cristalinos ubicados al sur, de la plataforma carbonatada de Yucatán.

El área de investigación se encuentra localiza al norte del sistema de fallas Chixoy-Polochic, por tanto, la región tectónica investigada en este apartado corresponde a la plataforma de Yucatán. Por lo anterior, a continuación se

¹Fernando Ortega-Gutiérrez, Et. Al., “The Maya-Chortís Boundaru: A Tectonostratigraphic Approach”. *International Geology Review*, Volumen, 49., (2007). Pág. 996-1024.

² Rosencrantz E, Mann P. “SeaMarkII Mapping of Transform Faults in the Cayman Trough, Caribbean Sea” *Geology*, Volumen 19., (07/1991). Pág. 690-693.

presenta un extracto de la investigación bibliográfica de Norconsult, A.S.³ sobre la evolución geológica del Caribe en contexto con la teoría de la deriva continental.⁴

3.1 HISTORIA TECTÓNICA

La evolución geológica del Caribe es sumamente compleja involucrando fases de expansión del fondo marino, convergencia de placas y grandes desplazamientos en fallas transformantes. Regionalmente, la evolución estructural del caribe desde el Jurásico temprano puede considerarse en tres fases:

- Fase I, Extensional (Jurásico medio – Cretácico inferior): Apertura Atlántica en norte y sur América.
- Fase II Compresional, (Cretácico superior – Eoceno): Subducción de la corteza atlántica y formación de complejos de arcos de islas.
- Fase III Lateral, (Eoceno – actualidad): Derivación hacia el Este de la placa del Caribe y fallamiento asociado.

³Norconsult A. S., *Geología Petrolera de Guatemala. Volumen 2: Continuación*. (Guatemala: Ministerio de Energía y Minas, 1,988), 13-20.

⁴Alfred Wegener, A. *El origen de los continentes y océanos*. Madrid España: Ediciones Pirámide, S.A.: 1983

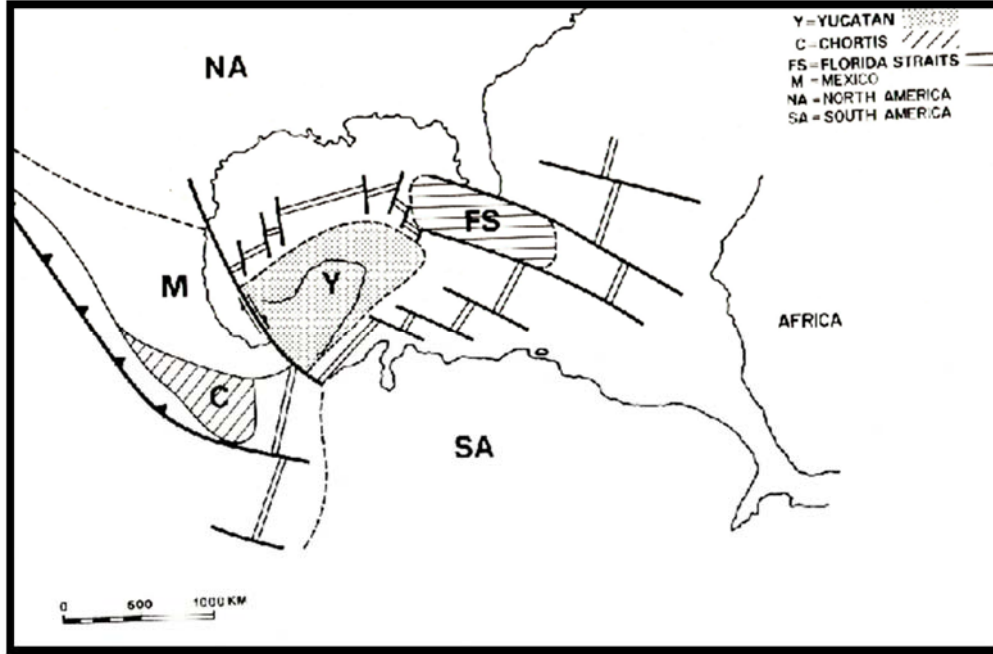
3.1.1. FASE I

La fase I fue un periodo extensional que duró desde el jurásico medio hasta el Albiano. Hace 165 millones de años (Calloviano) se cree que comenzó la apertura inicial del Atlántico Norte. Inicialmente las placas tectónicas de norte y sur América estaban unidas sin la intervención de áreas oceánicas.

Hace 150 millones de años, se cree que el golfo de México ya se habría formado. El bloque Yucatán ya se había separado de Norteamérica y unido a México, esto requiere que una falla lateral pasara a través del istmo de Tehuantepec por un periodo aproximado de 140 millones de años.

La extensión del golfo de México terminó hace aproximadamente 140 millones de años (Berriasiano), pero norte y sur América continuaron separándose, hasta hace 119 millones de años (Barremiano – Aptiano), la expansión de sur América y África, en la zona ecuatorial inicia. La subducción que dio origen a las Antillas Mayores y Menores, éstas últimas en sur América, coincide con esta abertura.

ILUSTRACIÓN 6 FASE I: JURÁSICO TARDÍO, HACE 150 Ma



Fuente: Tomado de Norconsult, A.S. Geología Petrolera de Guatemala. Ministerio de Energía y Minas. 1988

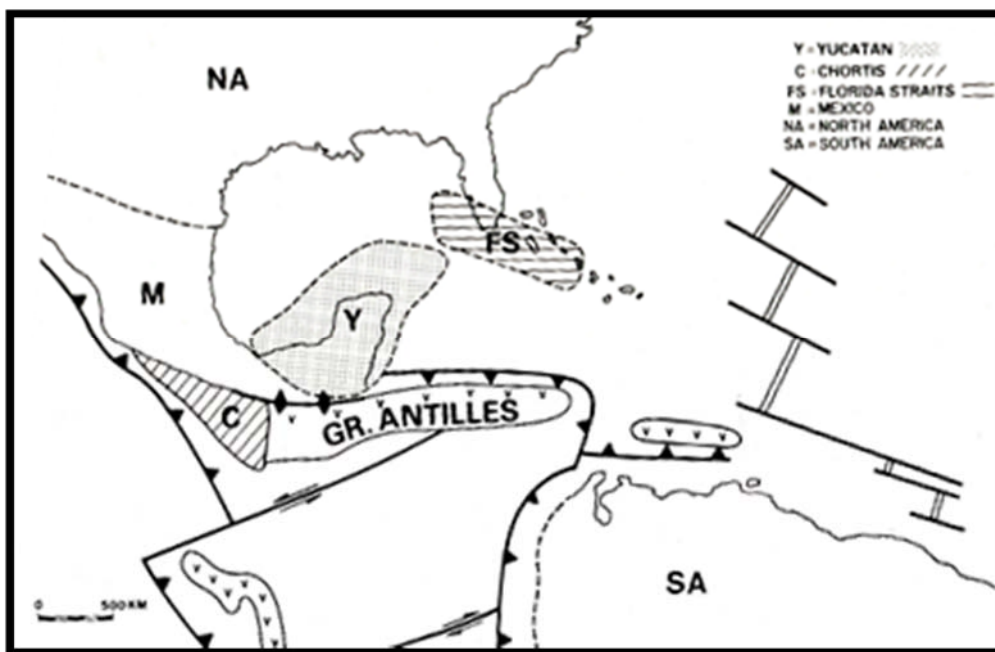
3.1.2. FASE II

Las Antillas Mayores comienzan a desplazarse hace 80 millones de años (Campaniano) hacia Bahamas y parte del arco volcánico – metamórfico correspondiente a Jamaica y Nicaragua, colisionan con el bloque Yucatán. Esto dio como resultado el emplazamiento ofiolítico de Guatemala, la sierra de Santa Cruz, en la cuenca flysch de la formación Sepur. Algunos autores señalan que el bloque Chortís aún estaba en la costa del pacífico de México.

El fin de esta fase corresponde al emplazamiento de las Antillas Mayores con la plataforma de Bahamas, hace 53 millones de años.

Después de la colisión de la parte correspondiente a Jamaica, Cuba, La española - Puerto Rico continuó con un movimiento transformante a lo largo del bloque de Yucatán.

ILUSTRACIÓN 7 FASE II: CRETÁCICO TARDÍO, HACE 80 Ma



Fuente: Tomado de Norconsult, A.S. Geología Petrolera de Guatemala. Ministerio de Energía y Minas. 1988

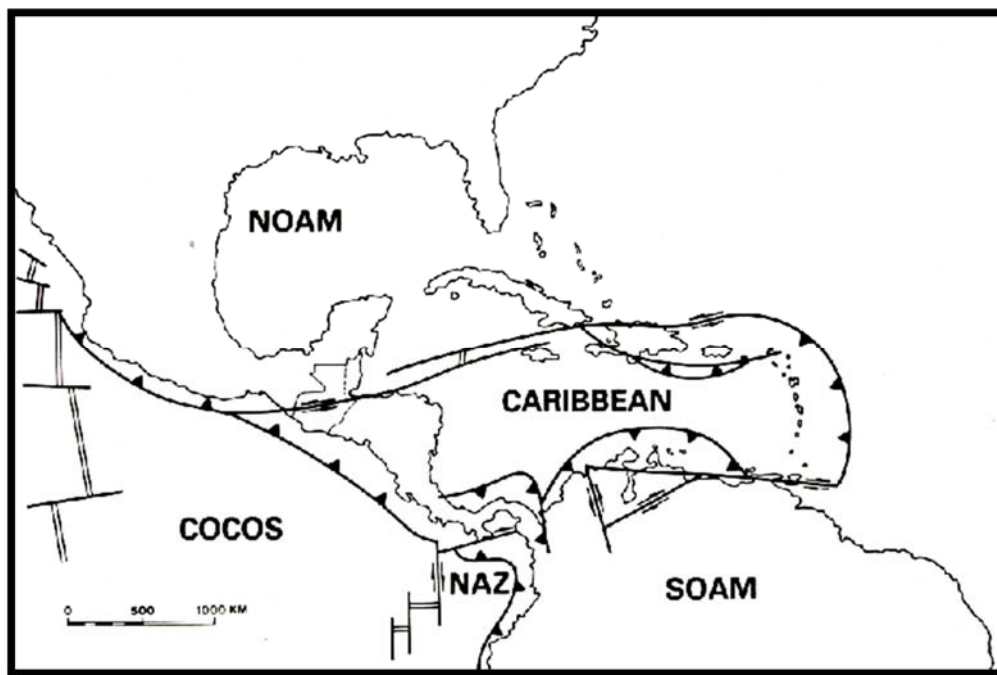
3.1.3. FASE III

La placa tectónica del Caribe se formó hace aproximadamente 38 millones de años (Eoceno tardío), y comenzó a desplazarse rápidamente hacia el este respecto las placas de norte y sur América. Este movimiento se realizó a lo largo de fallas transformantes de orientación este – oeste, correspondiente al sistema de fallas del Motagua. Se cree que este sistema de fallas tuvo un desplazamiento de 1,400 kilómetros hasta la

fecha. Hace 21 millones de años (Mioceno) este sistema desplazó el bloque Chortís hacia el este de México, al sur de Yucatán.

Los movimientos laterales dominantes en la fase III con componentes locales transtensionales, creando cuencas “pull – apart”, mientras que en otros lados originó levantamientos y plegamientos.

ILUSTRACIÓN 8 FASE III: MIOCENO, HACE 21 Ma



Fuente: Tomado de Norconsult, A.S. Geología Petrolera de Guatemala. Ministerio de Energía y Minas. 1988

CAPÍTULO IV

ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

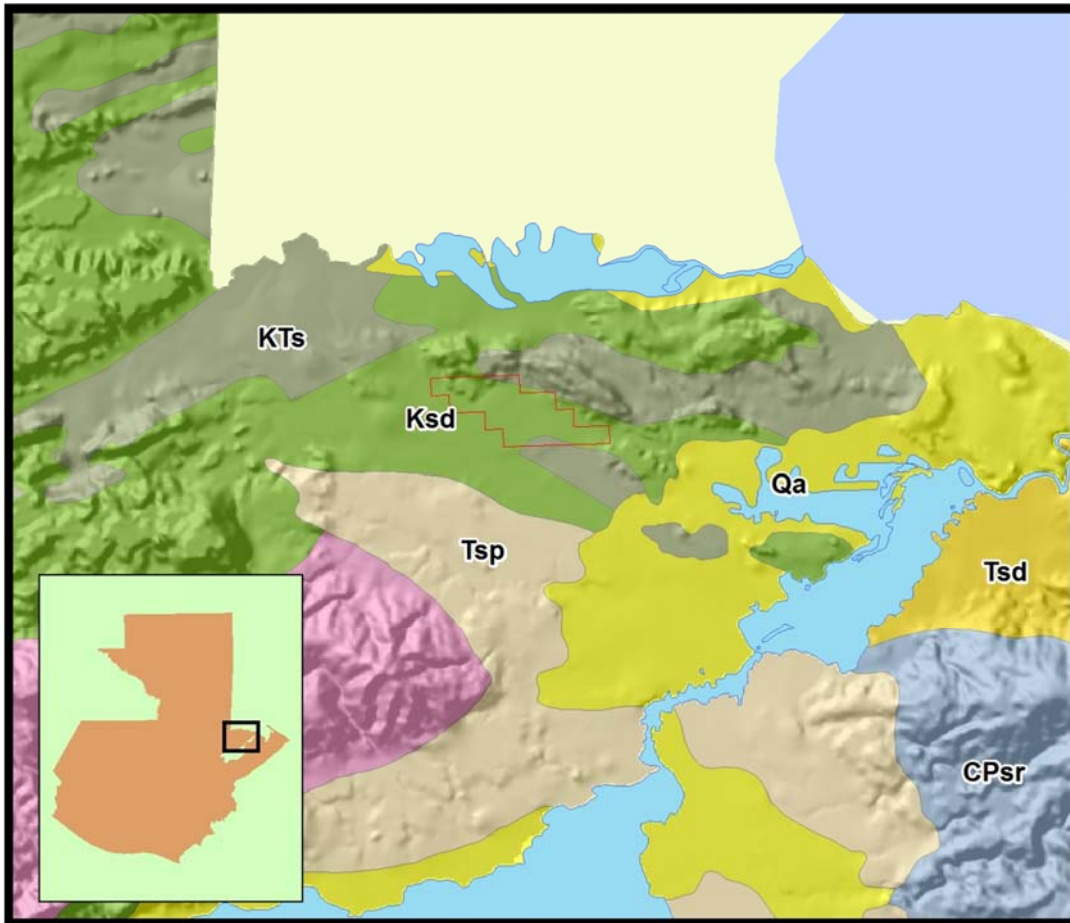
El sistema de fallas de Chixoy Polochic divide las cuencas sedimentarias Petén al norte y un conjunto de cuencas discretas agrupadas en la cuenca de Amatique.¹ El área de estudio se localiza al norte de del sistema de fallas referido, por lo que la región de investigación es la subcuenca Sur del cuenca Petén o Chapayal.

Según el mapa geológico a escala 1:25,000 de la base de datos digital del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala –MAGA-,² la litología superficial de la región cercana a donde se localiza el área de investigación está compuesta por carbonatos del Cretácico sin diferenciar pertenecientes a las Formaciones Cobán y Campur. Y clásticos marinos Cretácico-Terciario superior de la Formación Sepur.

¹ Norconsult A. S., *Geología Petrolera de Guatemala. Volumen 2 Continuación: Cuenca de Amatique*. (Guatemala: Ministerio de Energía y Minas, 1,988), 2.

² Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE-ESPRED), del Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID). “Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000”. (Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2001).

ILUSTRACIÓN 9 LITOLOGÍA SUPERFICIAL DE LA REGIÓN DE ESTUDIO



Fuente: Modificado Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. MAGA. 2001. (Ksd: Cretácico sin diferenciar. KTs: Cretácico-Terciario superior. Tsp: Terciario superior. Tsd: Terciario sin diferenciar. Qa: Aluvión Cuaternario)

A continuación se presenta un resumen de la información presentada por Norconsult A. S.³ en el año de 1,988. El resumen mostrado a continuación contiene únicamente las formaciones geológicas de interés para la presente investigación, citadas anteriormente.

³ Norconsult A. S., *Geología Petrolera de Guatemala. Volumen 2: Cuenca Petén*. (Guatemala: Ministerio de Energía y Minas, 1,988), 7-21.

4.1 FORMACIÓN COBÁN (Sapper, 1899)

La Formación Cobán tiene una edad entre Cretácico temprano (Barremiana?) a Senoniana y alcanza un espesor máximo de 5,000 m. En profundidad la Formación puede dividirse en cuatro miembros los cuales se conocen formalmente como “A, B, C y D”. El miembro superior “A” puede descansar discordantemente en los miembros “B o C” y consiste en carbonatos masivos. Los miembros Cobán “B y C” están compuestos principalmente de anhidritas con intercalaciones de dolomías y calizas. El Cobán “D” forma la sección inferior de la Formación que consiste de carbonatos y evaporitas con cantidades variables de lutitas en la base. Localmente se desarrolla en facies de sal.

El miembro Cobán “D” es subdividido en cuatro facies. El tope del miembro “D” lo constituyen facies de Hillbank y su nombre es tomado de la lateralmente equivalente Formación Hillbank de Belice. El Hillbank está constituido de dolomías y calizas masivas. Las facies Escondido debe su nombre al pozo Escondido-1 de la cuenca Petén Norte, está constituida predominantemente por anhidrita con delgadas capas intercaladas de dolomía, calizas y halita. Las facies Cancuén que deben su nombre al pozo Cancuén-1, es característicamente la parte inferior del miembro Cobán D. Se distingue por contener cantidades considerables de lutitas, a pesar que las calizas micríticas y dolomías predominan; también hay anhidritas

presentes. Generalmente las lutitas son más abundantes cerca de la base y disminuyen columna arriba, reflejando una disminución gradual del aporte de clásticos con la transgresión que siguió, con la cual terminó la deposición de la Formación Todos Santos. La facie Sal Chisec consiste de halitas masivas con intercalaciones menores de anhidritas.

El miembro Cobán "C" está dividido en 19 unidades numeradas del C1 al C19, estando la última localizada en la base. Estas unidades tienen un desarrollo cíclico, con anhidritas en la base y carbonatos en el tope. También se reconocen lutitas y sal que se encuentra en un número reducido de capas muy delgadas. Se cree que la edad del miembro oscila entre Aptiana a Cenomaniana. En ciertas áreas de la sub cuenca Petén Sur, particularmente al este, la parte superior del Cobán C ha sido removida por una erosión generalizada que se dio antes de la deposición del Cobán A.

El miembro Cobán "B" es similar al Cobán "C" al estar dominado por anhidritas y conteniendo carbonatos subordinados. La sedimentación cíclica es nuevamente evidente, solamente que los ciclos comienzan con carbonatos en la base y culminan con anhidritas en el techo. Este miembro ha sido dividido en 12 unidades que van desde el B0 hasta el B11. El miembro Cobán "B" está ausente en partes de la sub cuenca Petén sur. En el miembro se dan variaciones laterales que probablemente sea el resultado de bancos o acumulaciones locales irregulares con poco o ningún control estructural subyacente. La edad del miembro no está bien definida pero

probablemente oscila entre Cenoniano - Turoriano. A pesar que la fauna es generalmente escasa, se encuentran rudistas.

El miembro Cobán "A" es litológicamente distinto que los miembros subyacentes pues consiste casi totalmente de dolomías y calizas. Este miembro en su sección tipo consiste de calizas grises peletoidales y calizas dolomíticas que contienen milliólidos. El miembro tiene un espesor de hasta 1,800 m., pero es lateralmente variable debido a la erosión pre terciaria. El miembro es datado como Cenomaniano – Senoniano. Este miembro se encuentra ausente en la sub cuenca Petén Norte. La base es una discordancia regional en la sub cuenca Petén sur. El límite superior del miembro está menos definido que el inferior, en general el Cobán "A" es sobreyacido directamente por la Formación Campur, la cual también es predominantemente carbonática, sin embargo es más fosilífera y con fauna ante-arrecife en lugar de una fauna rica en milliólidos de retro arrecife muy restringida del Cobán "A". Es probable que la Formación Campur sea equivalente lateralmente con el miembro Cobán A, así mismo la parte más superior de la unidad Cobán B0 pueda ser un cambio lateral de ese mismo miembro.

4.2 FORMACIÓN CAMPUR (Vinson, 1962)

El límite inferior de esta Formación es transicional en todas las partes y es constante, excepto, posiblemente en los afloramientos de las montañas

Mayas. La Formación litológica Campur es una caliza fosilífera con cantidades menores de dolomías. Las brechas y conglomerados de lutitas, limolitas y calizas forman una parte menor pero característica de la unidad. La Formación Campur es diferenciada de la caliza de Cobán "A" en base a sus abundantes fósiles (milliólidos o rudistas) y sus capas delgadas bien definidas en los afloramientos y la textura más fina y comúnmente sublitográfica de las calizas. Un ambiente ante-arrecife ha sido sugerido (Vinson, 1962) y ha sido ampliamente aceptado.

Norconsult A.S., en base a su interpretación de la información geológica y sísmica, sugiere que: Se identifica una tendencia arrecifal que pudo haber existido desde los tiempos del Cobán B0 y Cobán "A". Adicionalmente, proponen que las dos Formaciones litológicas poseen una equivalencia lateral sustancial.

4.3 FORMACIÓN SEPUR (Sapper, 1899), GRUPO VERAPAZ (Vinson, 1962) Y GRUPO PETÉN (Sapper 1937. Wandell 1926. Vinson 1962)

La formación Sepur posee un espesor en la subcuenca Petén sur de 600 m. y consiste de arcillas color café, limolitas areniscas y margas con intercalaciones de calcarenitas y conglomerados contiene abundantes calizas y material ígneo y son especialmente evidentes hacia la base de la Formación. El origen turbidítico de los clásticos más gruesos fue propuesto por la compañía petrolera de nacionalidad francesa Elf Aquitaine en el año

de 1983. Se cree que el límite inferior con la Formación Campur es concordantemente más amplio a pesar que existe erosión local. Este cuerpo litológico está asociado con el complejo ofiolítico de la Sierra de Santa Cruz, que está compuesto de harzburgitas serpentinizadas (Bonis, 1968) y también contiene radiolaritas, lavas en almohadilla y zonas de melange (Rosenfeld, 1979. Peterson, 1979. Peterson y Zanolp, 1980.). Este complejo ofiolítico ha sido interpretado por Wilson en el año de 1974 y Williams en 1975 como un deslizamiento gravitacional ocurrido durante el Cretácico tardío.

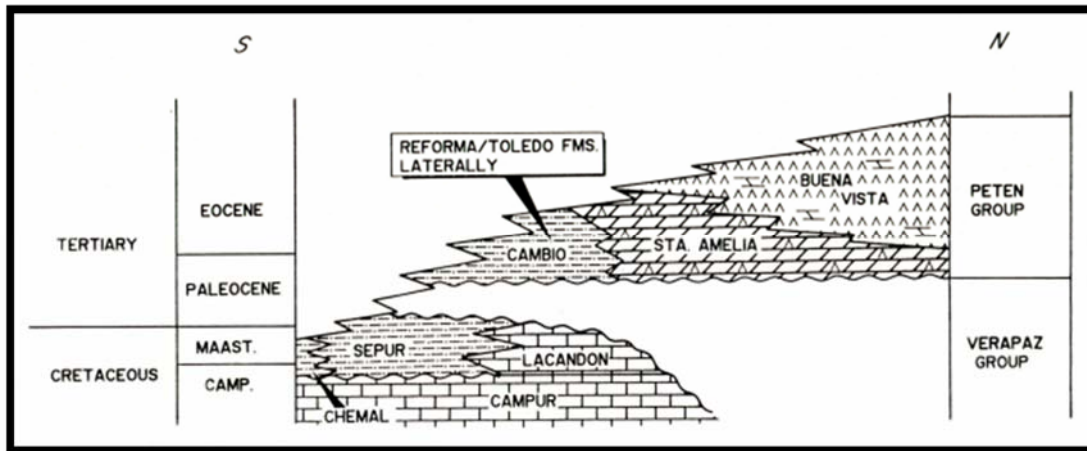
Los Grupos Verapaz y Petén continúan con la tendencia de incremento de la variabilidad lateral de los subyacentes Cobán "A" y Fm. Campur.

El Grupo Verapaz está compuesto por las formaciones Chemal, Sepur y Lacandón. La edad del grupo es Campaniano y Maestrichtiano. El Grupo Verapaz es nombrado de esta manera, ya que en los departamentos de las Verapaces este tiene su mejor desarrollo.

El Grupo Petén (Van Den Bold, 1964) del Terciario inferior, está conformado por cinco Formaciones las cuales en parte son equivalentes lateralmente. Las Formaciones de este grupo que yacen en la subcuenca Petén norte son Fm. Santa Amelia y la más reciente Fm. Buena Vista. En la subcuenca Petén sur se reconocen tres facies que son las Formaciones Cambio, Reforma y Toledo. Las dos Fms. del norte se depositaron en condiciones marinas someras abiertas y restringidas, las del sur representan

una continuación de las litofacies de la Fm. Sepur de clásticos marinos más profundos, con areniscas turbidíticas y calizas. Existe cierta confusión debido al parecido de estas Formaciones con la Formación Sepur e incluso se propone una división informal de la Fm. Sepur en dos miembros, superior e inferior. Siendo la Fm. Sepur la unidad inferior. El espesor de la suma de estos cuerpos litológicos es de aproximadamente 2,600 m, teniendo la Fm. Sepur una potencia de alrededor de 600 m.

ILUSTRACIÓN 10 CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA PERIODOS CRETÁCICO – TERCIARIO. GRUPOS VERAPAZ Y PETÉN

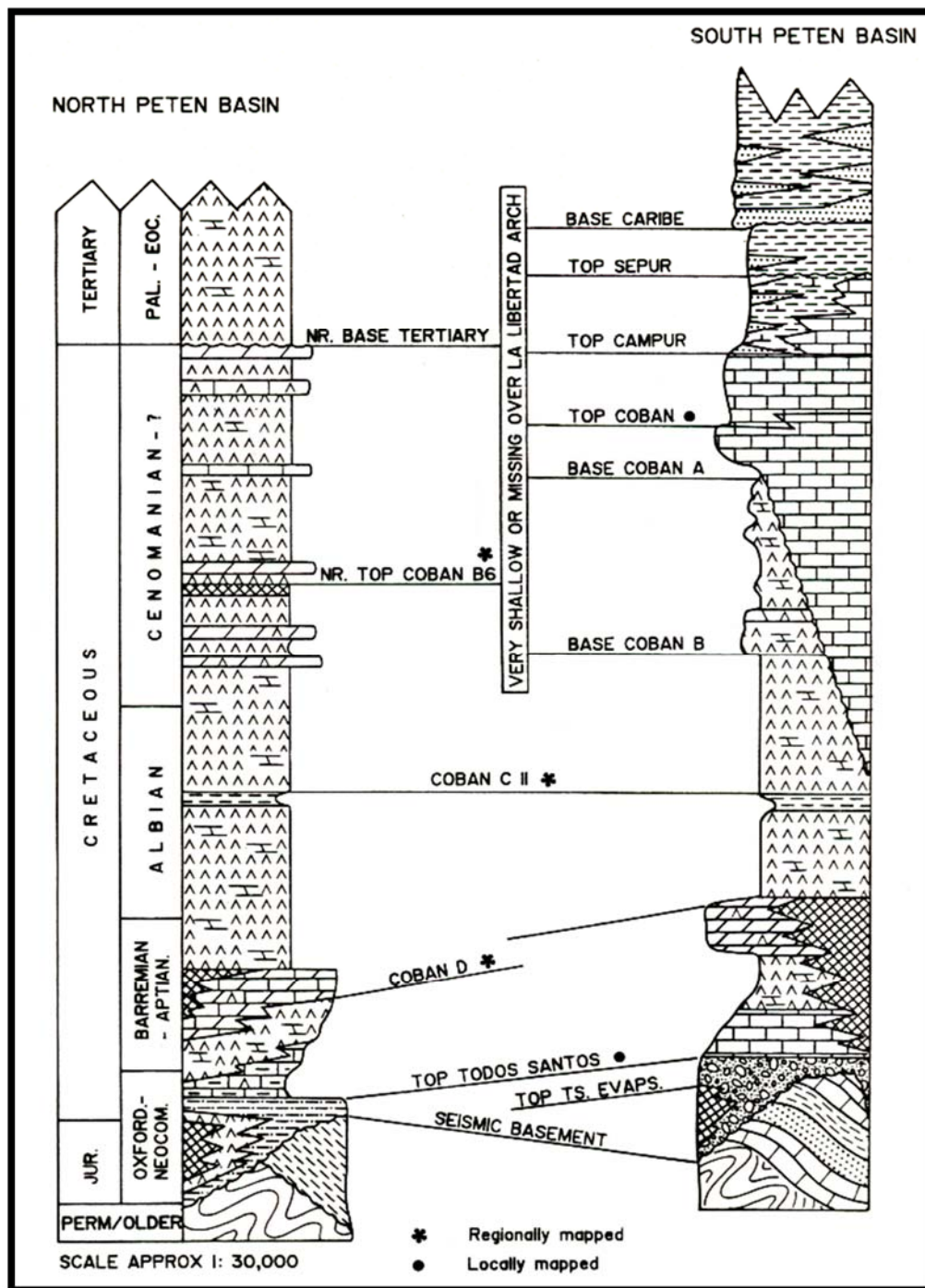


Fuente: Norconsult A.S. MEM. 1988

4.4 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL BLOQUE MAYA

A continuación se presenta las columnas estratigráficas de las subcuencas Petén norte y sur, que en conjunto representan el bloque Maya.

ILUSTRACIÓN 11 COLUMNAS LITOLÓGICAS IDEALIZADAS DE LA CUENCA PETÉN



Fuente: Norconsult, A. S. MEM. 1988

CAPÍTULO V

LITO-ESTRATIGRAFÍA LOCAL

5.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS

Según las observaciones de campo, análisis petrográfico y de gabinete, se determinó la existencia de cinco cuerpos litológicos diferentes que afloran en la superficie del área estudiada. Los cuerpos litológicos fueron nombrados informalmente como “unidades”, siendo estas la unidad de Carbonatos (Uc), Siliclásticos (Us), Aluvión Antiguo Sebilá (Uaas), Coluvión (Qco) y Aluvión (Qal).

A continuación se describe las principales características de los cuerpos litológicos nombrados.

5.1.1 UNIDAD DE CARBONATOS (Uc)

La unidad de carbonatos es el cuerpo litológico más antiguo que aflora en el área de trabajo. La extensión superficial dentro del área de estudio es de aproximadamente 6 Km².

La unidad fue subdividida en la base y techo. En superficie las dos subunidades están yuxtapuestas por medio de una falla inversa que ha provocado la exposición de la base de la unidad. La zona de transición entre la base y techo no fue observada en campo al igual que el contacto inferior de esta unidad.

La base de esta unidad aflora en la zona norte del área estudiada y geomorfológicamente corresponde a una franja de cerros cársticos de hasta 120 metros altura, alineados en orientación NW-SE.

**FOTOGRAFÍA 1 VISTA GENERAL CERROS CÁRSTICOS.
SUBUNIDAD INFERIOR DE CARBONATOS**



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Litológicamente esta subunidad constituida por calizas muy fracturadas de coloración gris oscuro a claro, los estratos son

potentes y monótonos. Las brechas por colapso cárstico son abundantes.

FOTOGRAFÍA 2: VISTA DE AFLORAMIENTO. SUBUNIDAD INFERIOR DE CARBONATOS



Fuente: Investigación de Campo. 2008

El techo de la unidad aflora en la parte central del área estudiada de manera intermitente, donde la erosión ha removido la cobertura litológica superior y de forma continua en el lecho del río Toquelá.

En este caso la litología está constituida por cuerpos tabulares de caliza que varían entre 20 cm a 1 metro de potencia, rica en macrofósiles y de color blanco crema. Túneles y cuevas cársticas son abundantes en esta subunidad.

FOTOGRAFÍA 3 VISTA DE AFLORAMIENTO. SUBUNIDAD SUPERIOR DE CARBONATOS



Fuente: Investigación de Campo. 2008

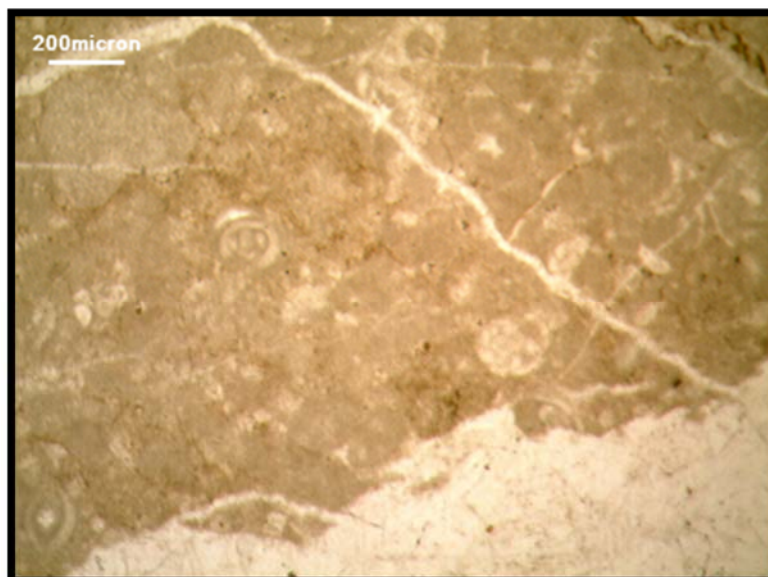
El análisis petrográfico realizado consistió en la determinación de las texturas en muestra de mano y sección delgada, además de la identificación general de la microfauna encontrada. Las principales características son ilustradas a continuación.

LÁMINA DELGADA 1 MUESTRA 01-01
SUBUNIDAD INFERIOR DE CARBONATOS
TEXTURAS: PACKSTONE, BIOMICRITA DE
OOIDES



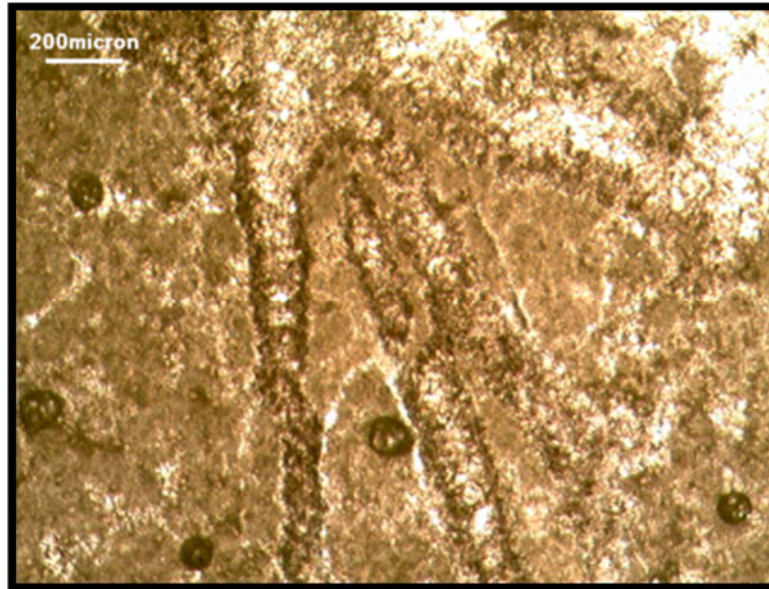
Fuente: Investigación de Campo. 2008

LÁMINA DELGADA 2 MUESTRA 01-16
SUBUNIDAD INFERIOR DE CARBONATOS
TEXTURAS: WACKSTONE, BIOESPARITA DE
MILLIOLIDOS



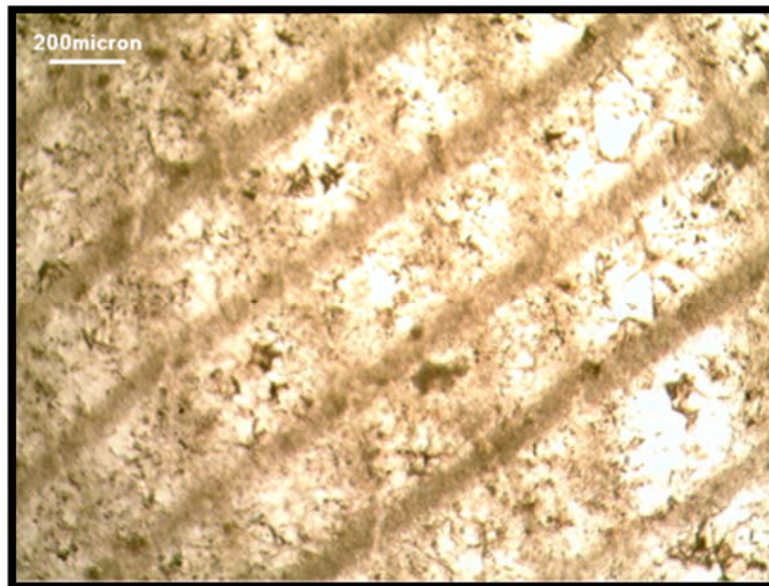
Fuente: Investigación de Campo. 2008

LÁMINA DELGADA 3 MUESTRA 01-23
SUBUNIDAD INFERIOR
DE CARBONATOS
TEXTURAS: MUDSTONE, MICRITA



Fuente: Investigación de Campo. 2008

LÁMINA DELGADA 4 MUESTRA 01-02
SUBUNIDAD SUPERIOR DE CARBONATOS
TEXTURAS: BOUNDSTONE, BIOESPARITA DE
CORAL



Fuente: Investigación de Campo. 2008

TABLA 3 CARACTERÍSTICAS TEXTURALES Y
MICROPALEONTOLÓGICAS
MUESTRAS UNIDAD DE CARBONATOS

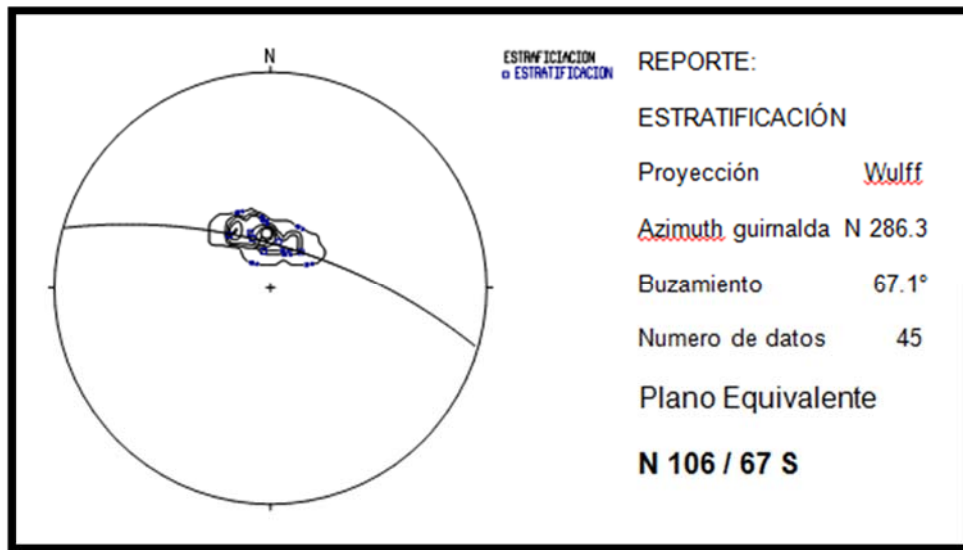
Muestra	Texturas		Micropaleontología	Ambiente Sugerido
	Dunham	Fulk		
01-01	Packstone	Biomcrita de ooides	-	Margen de plataforma: retro-arrecife
01-02	Boundstone	Biosparita de coral	Corales, fragmentos de rudistas, milliólidos, briozoario, vegetal	Margen de plataforma: arrecife
01-16	Wackstone	Biomcrita de milliólidos	Milliólidos	Plataforma somera: retro-arrecife
01-23	Mudstone	Micrita	-	Cuenca profunda

Fuente: Investigación de Campo. 2008

En base a lo indicado en la tabla 3 se establece que existe una correlación de la microfauna y texturas con un posible ambiente sedimentario de margen de plataforma carbonatada.

La estratificación de esta unidad posee una orientación E-W, con inclinación hacia el sur. Los datos de estratificación con la que se obtuvo la orientación indicada fueron adquiridos únicamente en la subunidad superior.

ESTEREOGRAMA 1 ESTRATIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE CARBONATOS



Fuente: Investigación de Campo. 2008

5.1.2 UNIDAD DE SILICICLÁSTICOS (Us)

Esta unidad se encuentra al este del área estudiada. La extensión superficial es de aproximadamente 2 Km². Su mejor exposición se encuentra en el interior de la finca "Adelita".

La unidad está constituida por series alternantes interestratificadas de lutitas, limolitas, calcoarenitas y rara vez arcillolitas. En general la unidad posee una coloración rojiza debida a la abundancia de estratos de limolitas y calcoarenitas oxidados. Por otro lado, los estratos de lutitas y arcillolitas presentan una coloración amarillo verdoso.

El grado de meteorización corresponde al grado III y IV, moderadamente meteorizada (se rompe con facilidad) a fuertemente meteorizada (deleznable con las manos).

Los estratos por lo regular no sobrepasan una decena de centímetros y se encuentran fuertemente contorsionados sin ninguna relación estructural aparente.

**FOTOGRAFÍA 4 VISTA DE AFLORAMIENTO
UNIDAD DE SILICICLÁSTICOS**



Fuente: Investigación de Campo. 2008

El contacto inferior de esta unidad no fue observado en campo, sin embargo se supone, en base de la información regional proporcionada en el Capítulo IV, que el contacto con la unidad de carbonatos sea gradual. En el área de estudio la zona de transición entre esta unidad y la de carbonatos, posiblemente se encuentra cubierto por cuerpos litológicos aluviales y suelo.

Según las observaciones de campo este cuerpo fue extensamente erosionado en el área de estudio. La superficie de erosión de este cuerpo se observa concordante con la orientación del río Toquelá, que es el principal drenaje del área de estudio.

A continuación del proceso de erosión tuvo lugar un proceso de deposición que dio origen a los cuerpos litológicos aluviales que se trataran más adelante en este mismo apartado.

Petrográficamente esta unidad está compuesta esencialmente por líticos silíceos, en matriz de igual composición. Adicionalmente son reconocidos algunos granos de color verde botella, que posiblemente correspondan a fragmentos de rocas ultrabásicas serpentinizadas. Además, se observa parches oscuros que probablemente correspondan a óxidos metálicos.

**LÁMINA DELGADA 5 MUESTRA 01-07
CALCOARENITA DEBRIS OFIOLITICO**



Fuente: Investigación de Campo. 2008

5.1.3 UNIDAD ALUVIÓN ANTIGUO SEBILÁ (Uaas)

Esta unidad a diferencia de las demás encontradas en el área de estudio es de carácter local. Se encuentra restringida en la parte central del área de investigación, cubriendo aproximadamente 2 Km². Su mejor exposición se encuentra sobre el camino principal, próximo a la aldea Sebilá.

Según las observaciones de campo la unidad está constituida por un techo y una base. La base de la unidad está compuesta de un conglomerado de dimensiones métricas que contiene cantos rodados principalmente de rocas carbonatadas en un 80%. El 20% restante

corresponde a cantos de rocas ultrabásicas serpentinizadas. La matriz corresponde a lodo calcáreo.

Los cantos de carbonatos son calizas de color blanco crema de dimensiones correspondientes a una décima de metro, bien redondeados y subésfericos de textura packstone en muestra de mano y de bioesparita de milliólidos en sección delgada. Probablemente los cantos de carbonatos correspondan la subunidad superior de carbonatos descrita anteriormente. Los cantos de rocas ultrabásicas serpentinizadas se observan sumamente meteorizados (deleznables con las manos), bien redondeados y esféricos, de tamaño inferior a una décima de metro.

FOTOGRAFÍA 5 VISTA DE AFLORAMIENTO
BASE DE LA UNIDAD ALUVIÓN ANTIGUO
SÉBILA



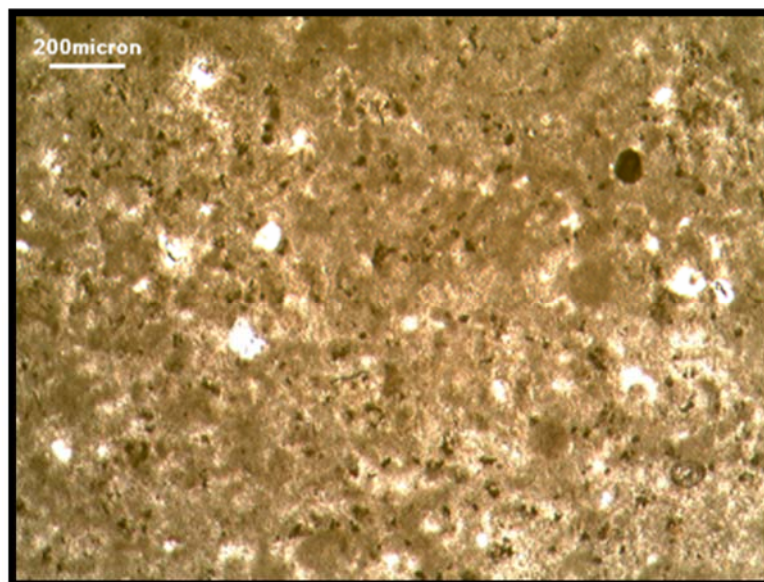
Fuente: Investigación de Campo. 2008

FOTOGRAFÍA 6 VISTA DE AFLORAMIENTO. TECHO DE LA UNIDAD DE ALUVIÓN ANTIGUO SÉBILA



Fuente: Investigación de Campo. 2008

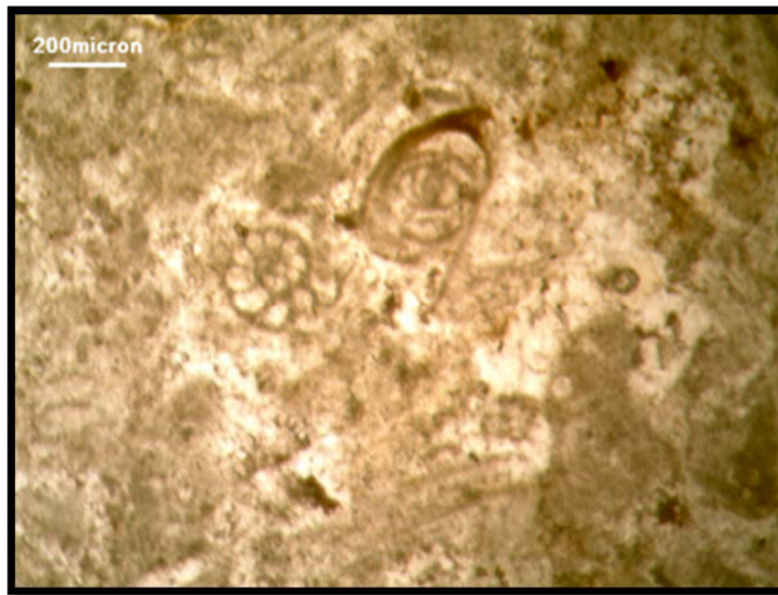
LÁMINA DELGADA 6: MUESTRA 05-06. TECHO DE UNIDAD ALUVIÓN ANTIGUO SEBILÁ
TEXTURAS: MUDSTONE, MATRIZ DE MICRITA



Fuente: Investigación de Campo. 2008

El techo de la unidad está compuesto por lodo calcáreo correspondiente a la matriz del conglomerado. La potencia de los estratos no sobrepasa una décima de metro.

LÁMINA DELGADA 7 MUESTRA 04-30. CANTO DE CALIZA. BASE DE LA UNIDAD ALUVIÓN ANTIGUO SEBILÁ. TEXTURAS PACKSTONE, BIOESPARITA DE MILLIOLIDOS.



Fuente: Investigación de Campo. 2008.

El cuerpo parece estar delimitado por una falla estructural de orientación NE-SW, que intercepta perpendicularmente la orientación preferencial (NW-SE) del río Toquelá.

Aunque no fue posible determinar directamente el contacto inferior de esta unidad en campo, el cuerpo yace a inmediaciones de la unidad de carbonatos, por lo que se sugiere que el contacto entre estas dos unidades sea discordante por erosión.

5.1.4 UNIDAD COLUVIÓN (Qco)

Esta unidad descansa en la base de las laderas de los cerros de alto relieve descritos en la unidad de carbonatos. Superficialmente ocupan un aproximado de 3 Km².

FOTOGRAFÍA 7 VISTA DE AFLORAMIENTO. UNIDAD DE COLUVIÓN



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Este cuerpo está conformado por bloques de rocas calcáreas y suelo rojizo desplazados por la fuerza de gravedad pendiente abajo.

FOTOGRAFÍA 8 VISTA DE AFLORAMIENTO. UNIDAD COLUVIÓN



Fuente: Investigación de Campo. 2008

5.1.5 UNIDAD ALUVIÓN (Qal)

La extensión de este cuerpo abarca aproximadamente 3.5 Km², y geomorfológicamente modela la planicie aluvial ubicada en la parte sur y sur-este del área estudiada. Sus mejores exposiciones se encuentran a lo largo de los cauces de los ríos Toquelá y Choconsito.

Este cuerpo está constituido por cantos rodados. Los cantos corresponden en un 95% sílice, 2.5% carbonatos y 2.5% de rocas ígneas ultra básicas. La matriz es arenosa principalmente constituida por sílice.

FOTOGRAFÍA 9 VISTA DE AFLORAMIENTO.
UNIDAD DE ALUVIÓN. TERRAZA ALUVIAL



Fuente: Investigación de Campo. 2008

FOTOGRAFÍA 10 VISTA DE AFLORAMIENTO.
UNIDAD DE ALUVIÓN



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Los cantos silíceos presentan una coloración café, y sus bordes se encuentran bien redondeados y su forma es moderadamente esférica.

Los cantos de rocas ígneas y carbonatos se presentan bordes bien redondeados y contornos esféricos.

FOTOGRAFÍA 11 VISTA DE AFLORAMIENTO. UNIDAD ALUVIÓN. CONTACTO DISCORDANTE POR EROSIÓN SOBRE UNIDAD DE CARBONATOS



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Esta unidad descansa inconforme sobre la unidad de carbonatos (Uc).

5.1.6 UNIDAD DE SUELOS (Us)

Es la unidad de mayor cobertura existente en el área estudiada, abarcando una extensión de 5.5 Km². Los espesores varían desde unos centímetros a varios metros. Geomorfológicamente, en conjunto con la unidad de Aluvión (Qal), definen las planicies centrales y australes de la locación.

En el área de trabajo se distinguen dos suelos distintos. El primero de color café y textura arcillosa aflora a inmediaciones de los cuerpos carbonaticos. El segundo de color amarillo a café-rojizo de textura franco-limosa ocupa la parte sur del área de estudio.

FOTOGRAFÍA 12 VISTA AFLORAMIENTO. UNIDAD DE SUELOS VARIOS

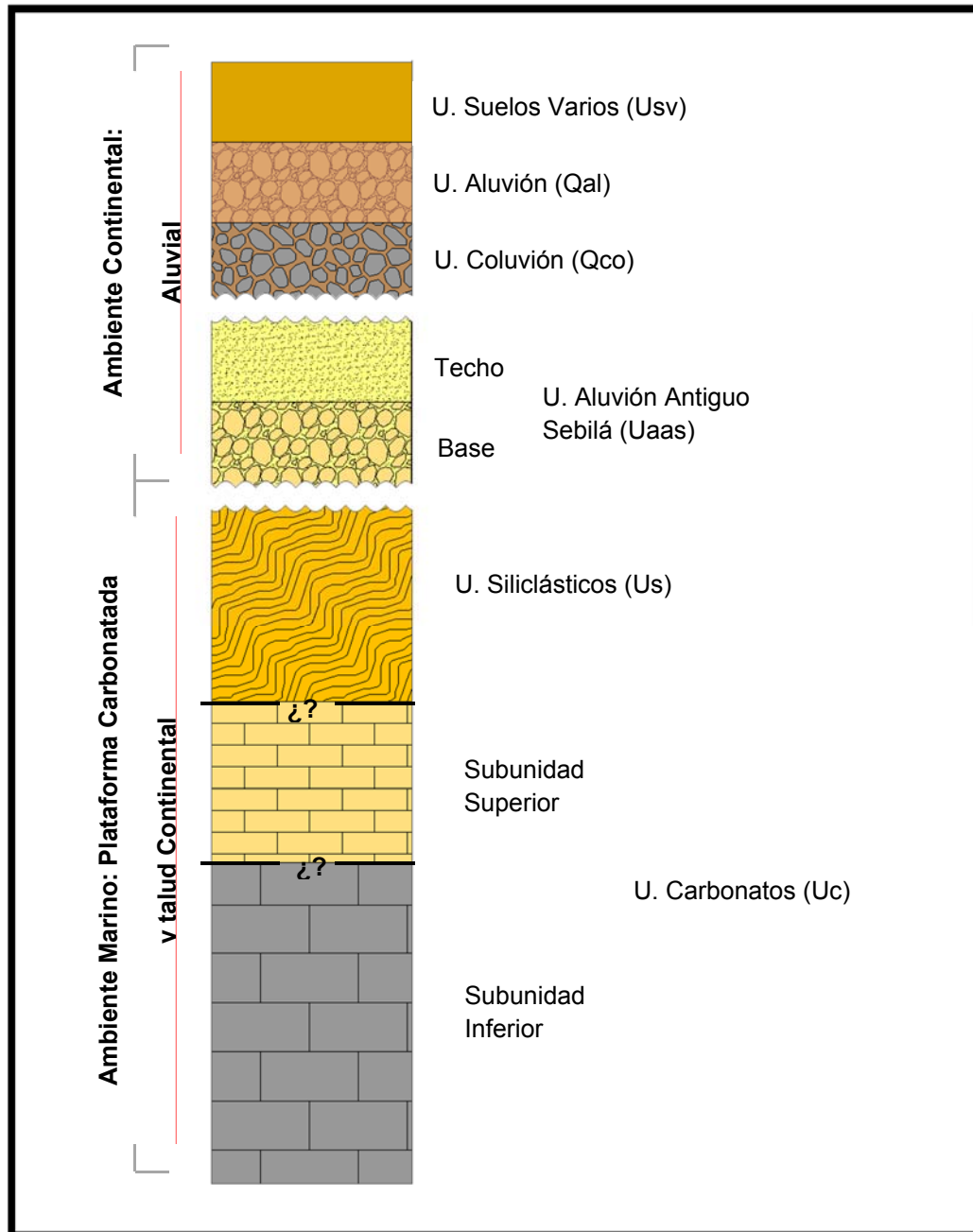


Fuente: Investigación de Campo. 2008

5.2 COLUMNA LITO-ESTRATIGRÁFICA LOCAL

A continuación se presenta de forma gráfica y las unidades litológicas anteriormente descritas y las relaciones que éstas guardan entre sí.

ILUSTRACIÓN 12 COLUMNA LITOLÓGICA IDEALIZADA LOCAL



Fuente: Investigación de Campo. 2008

CAPÍTULO VI

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

El análisis geológico estructural fue realizada con el objetivo de identificar el modelo o elipse de deformación que pueda explicar: la orientación, distribución y naturaleza de los distintos elementos estructurales contenidos en el área de estudio.

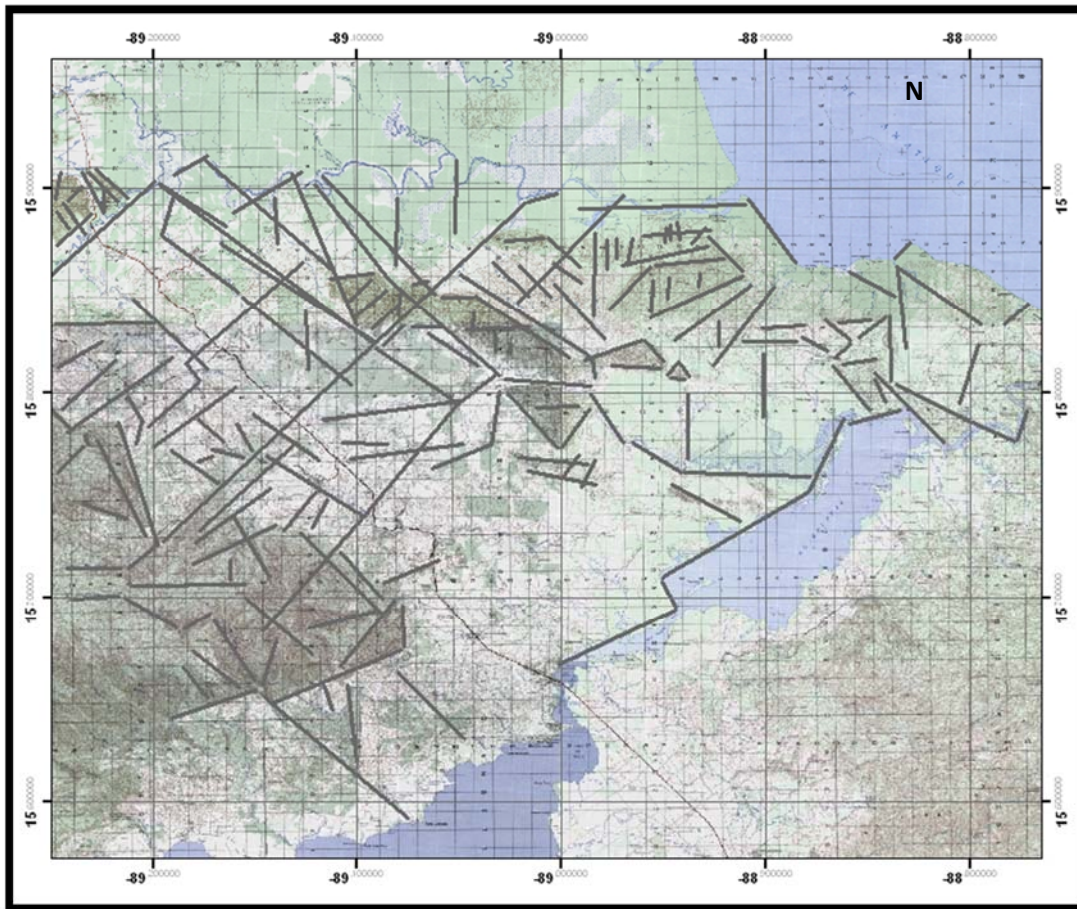
Los métodos de análisis aplicados corresponden al tratamiento estadístico de los lineamientos fisiográficos descritos por la topografía de la región de estudio y técnicas estereográficas aplicadas a los datos estructurales medidos en campo. Por último, fue comparado el modelo de deformación regional con la información obtenida.

6.1 LINEAMIENTOS

Los lineamientos fueron identificados y orientados en el mapa topográfico de la región de estudio. El análisis estadístico consistió en agrupar los lineamientos en familias de orientación semejante.

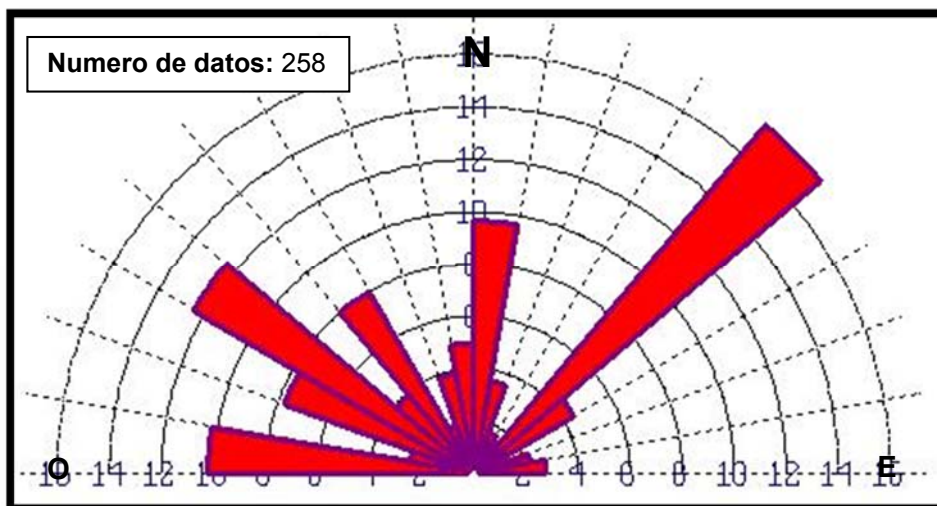
Como producto del análisis se presenta a continuación: ilustración 16, delimitación y orientaciones de los lineamientos topográficos de la región y el Diagrama de Rosa 1, familias de lineamientos.

ILUSTRACIÓN 13 LINEAMIENTOS DE LA REGIÓN NE DEL DEPARTAMENTO DE IZABAL



Fuente: Basado hojas topográficas Modesto Méndez y Toquelá, escala 1:50,000. IGN, Guatemala.

DIAGRAMA DE ROSA 1 ORIENTACIÓN DE LAS FAMILIAS DE LINEAMIENTOS



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Con base en lo anterior se determina que los rasgos fisiográficos superficiales de la región, se encuentran dominados por posibles estructuras geológicas distribuidas principalmente con orientación N40-50E. A continuación, se identifica la familia de lineamientos de orientación N60-70W. Por último, dos familias de igual magnitud de orientación N00-10E y N80-90W.

6.2 FALLAS GEOLÓGICAS

Los planos de las fallas medidos en campo fueron analizados estereográficamente con el programa informático Win_Tensor® 5.0.2. Únicamente fueron analizados los planos de falla con información certera y que cuentan con los siguientes requisitos: orientación-buzamiento, cinemática relativa y ángulo de cabeceo.

A continuación se presenta el análisis realizado de acuerdo con la naturaleza del movimiento relativo de las fallas geológicas.

6.2.1 FALLAS NORMALES

De acuerdo con el reconocimiento de campo y análisis de lineamientos fisiográficos las fallas normales poseen una orientación aproximada NE.

A lo largo de estas estructuras ocurre actualmente un proceso de carstificación evidenciado por colapsos de dolinas en los cerros de carbonatos. Por lo anterior, la obtención de datos confiables de estas estructuras es complicada debido al proceso de carstificación activo. Además, estas estructuras permanecen ocultas en la mayoría del área estudiada por las unidades litológicas de aluvi3n y suelos varios.

La informaci3n de los planos utilizados para realizar el c3lculo de las direcciones de los esfuerzos de deformaci3n se presentan en la tabla 4.

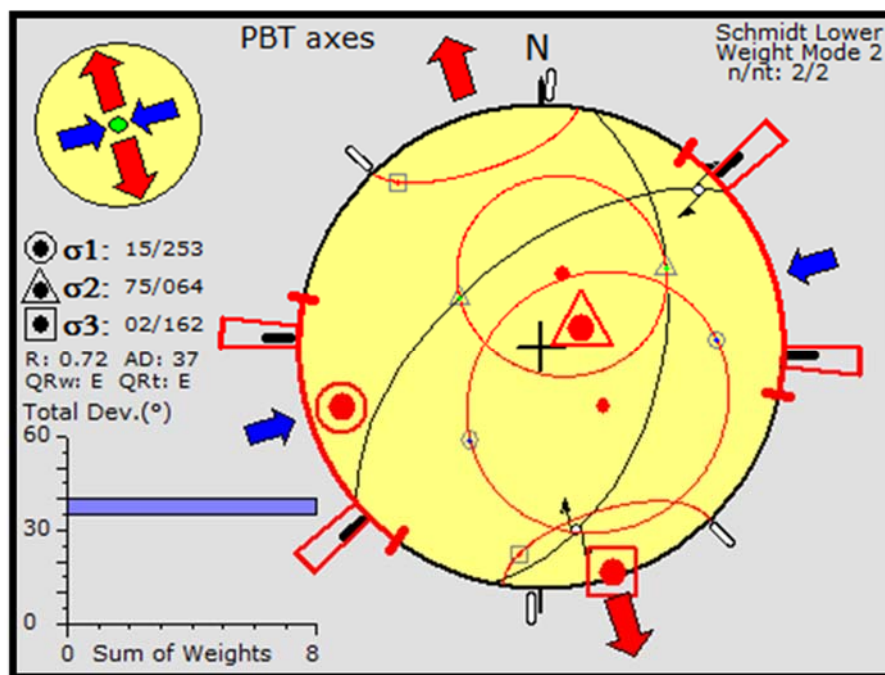
TABLA 4 INFORMACI3N PLANOS DE FALLAS NORMALES

Plano de Falla (Dir inclinaci3n)	L3nea de Cabeceo	Sentido
48/102	24/169	Normal Dextral
59/320	09/045	Normal Dextral

Fuente: Investigaci3n de Campo. 2008

A continuación se presenta la solución estereográfica y la dirección de los esfuerzos de compresión σ_1 y tensión σ_3 .

ESTEREOGRAMA 2 DIRECCIÓN DE ESFUERZOS DE DEFORMACIÓN. FALLAS NORMALES



Fuente: Investigación de Campo. 2008

De acuerdo con el estereograma 2 los esfuerzos que condicionan la generación de fallas normales están orientados de la siguiente manera: $\sigma_1=15/N253$ $\sigma_2=75/N064$ y $\sigma_3=02/n162$.

6.2.2 FALLAS INVERSAS

De acuerdo con la información recabada en campo, las fallas inversas poseen una orientación general NW. Estas estructuras geológicas delimitan un alto estructural emergido y determina la alineación de los cerros de carbonatos ubicados al norte del área de estudio.

Los planos de fallas inversas utilizados para el presente análisis se listan en la tabla 5.

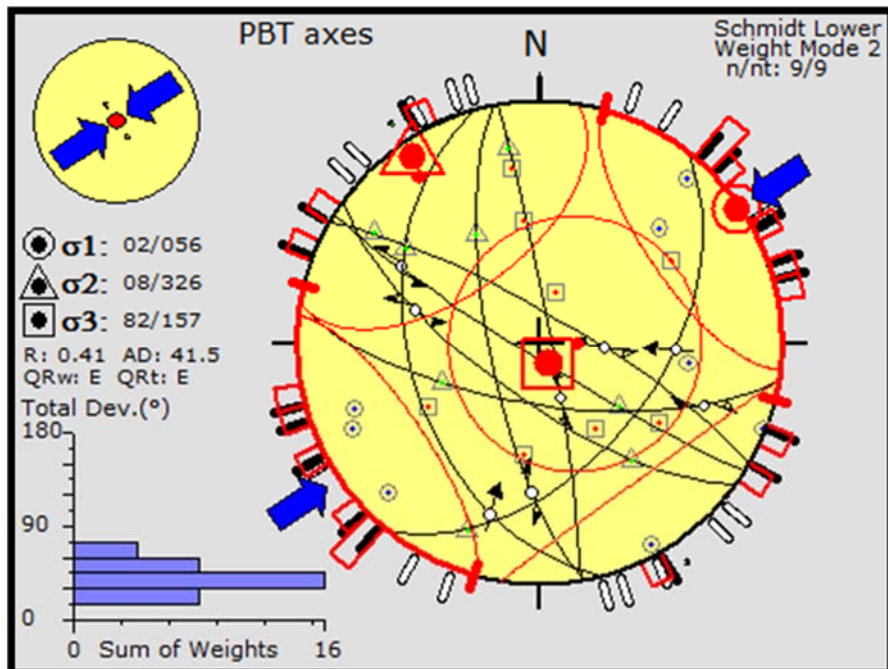
TABLA 5 INFORMACIÓN PLANOS DE FALLAS INVERSAS

Plano de Falla (Dir inclinación)	Línea de Cabeceo	Sentido
73/259	38/183	Inversa Dextral
80/030	68/094	Inversa Sinistral
86/080	70/159	Inversa Sinistral
71/216	46/285	Inversa Sinistral
85/212	35/299	Inversa Sinistral
45/255	27/196	Inversa Dextral
69/189	28/111	Inversa Dextral
49/128	43/093	Inversa Dextral

Fuente: Investigación de Campo. 2008

A continuación se presenta la solución estereográfica del cálculo de la dirección de los esfuerzos de deformación que generan las fallas geológicas de naturaleza inversas.

ESTEREOGRAMA 3 DIRECCIÓN DE ESFUERZOS DE DEFORMACIÓN. FALLAS INVERSAS



Fuente: Investigación de Campo. 2008

De acuerdo con el estereograma 3 los esfuerzos que determinan la generación de fallas inversas están orientados de la siguiente manera: $\sigma_1= 02/N056$ $\sigma_2=08/N326$ y $\sigma_3=82/N157$.

6.2.3 FALLAS DE RUMBO

En el extremo SE del área estudiada, en la terminación de la microcuenca del río Toquelá se encuentra un rasgo fisiográfico de orientación general EW. En las coordenadas E: 241,410, N: 1 747,945 fue localizada una zona de cizalla y una falla sinistral pura de orientación aproximada EW y buzamiento vertical, además fue

identificada una fractura de tensión de orientación pseudo paralela a la falla.

**FOTOGRAFÍA 13 VISTA AFLORAMIENTO.
TECTOGLIFOS. FALLA SINISTRAL PURA**



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Dichos planos fueron analizados en conjunto para obtener la dirección de los esfuerzos. Los planos utilizados para realizar el análisis estereográfico se listan en la siguiente tabla.

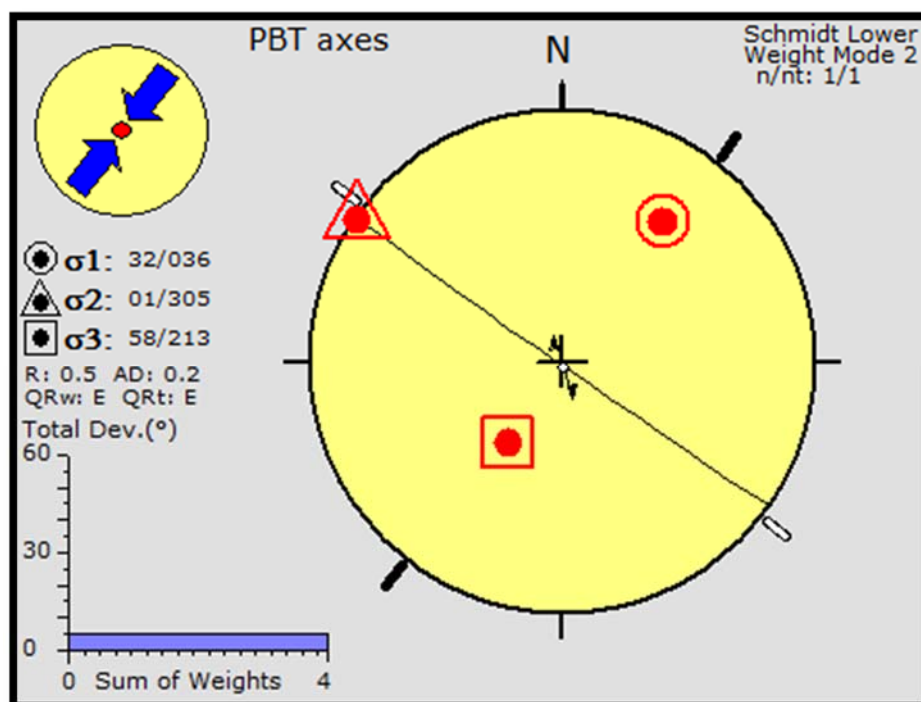
TABLA 6 INFORMACIÓN PLANOS DE FALLA DE RUMBO Y FRACTURA DE TENSION

Plano de Falla (Dir inclinación)	Línea de Cabeceo	Sentido
89/215	20W	Sinistral Pura
Plano de Fractura	Tipo	
32/033	Tensión	

FUENTE: Investigación de Campo. 2008

La solución de la dirección de los esfuerzos calculada estereográficamente se muestra en el estereograma a continuación.

ESTEREOGRAMA 4 DIRECCIÓN DE ESFUERZOS DE DEFORMACIÓN. FALLA DE RUMBO SINISTRAL Y FRACTURA DE TENSIÓN



FUENTE: Investigación de Campo. 2008

La dirección de los esfuerzos son los siguientes: $\sigma_1= 32/N036$
 $\sigma_2=01/N301$ y $\sigma_3=58/N213$.

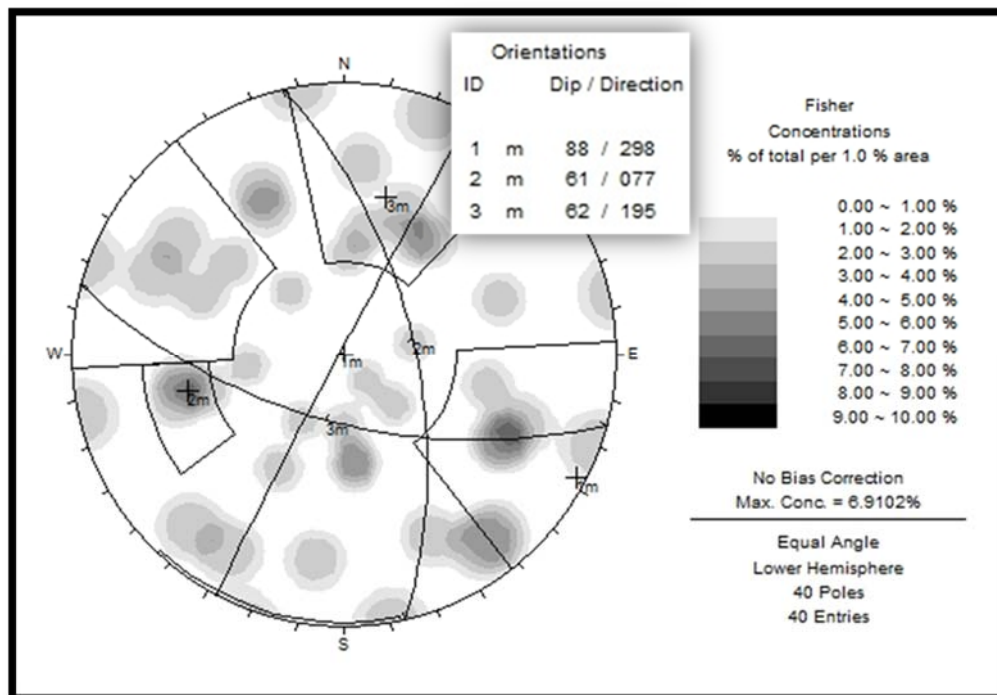
6.3 FRACTURAS Y DIACLASAS

Los planos de fracturas medidos en campo fueron analizados utilizando métodos estereográficos del programa informático Dips® de

RocScience®. Después de proyectar estereográficamente los polos de los planos de fractura, fueron distinguidas familias con similar orientación.

En el estereograma 5 se presenta los planos equivalentes de las familias identificadas.

ESTEREOGRAMA 5 ORIENTACIÓN FAMILIAS DE PLANOS DE FRACTURA



Fuente: Investigación de Campo. 2008

Los planos de fractura se observan dispersos en el estereograma, sin embargo son identificadas tres familias de orientación: N28E/88W, N12W/61W y N105E/62S. La dispersión de los datos indica que existe

“ruido” estadístico, que según indica A. Eraso¹, en el proceso de exhumación los esfuerzos de confinamiento tienden a anularse en superficie provocando fracturas que no tienen relación con esfuerzos tectónicos.

Los planos de orientación al NNW y NE corresponden a fracturas de cizalla y ocurren transversalmente a las estructuras compresivas. Estas fracturas se observan en campo mineralizadas con calcita y los que pudiesen ser hidrocarburos degradados, o algún óxido metálico, sin embargo, también son observables fracturas abiertas. Los planos de fracturas orientados E-W corresponden a fracturas apretadas, longitudinales a las estructuras compresivas.

FOTOGRAFÍA 14 VISTA AFLORAMIENTO. DIACLASAS EN BLOQUE



Fuente: Investigación de Campo. 2008

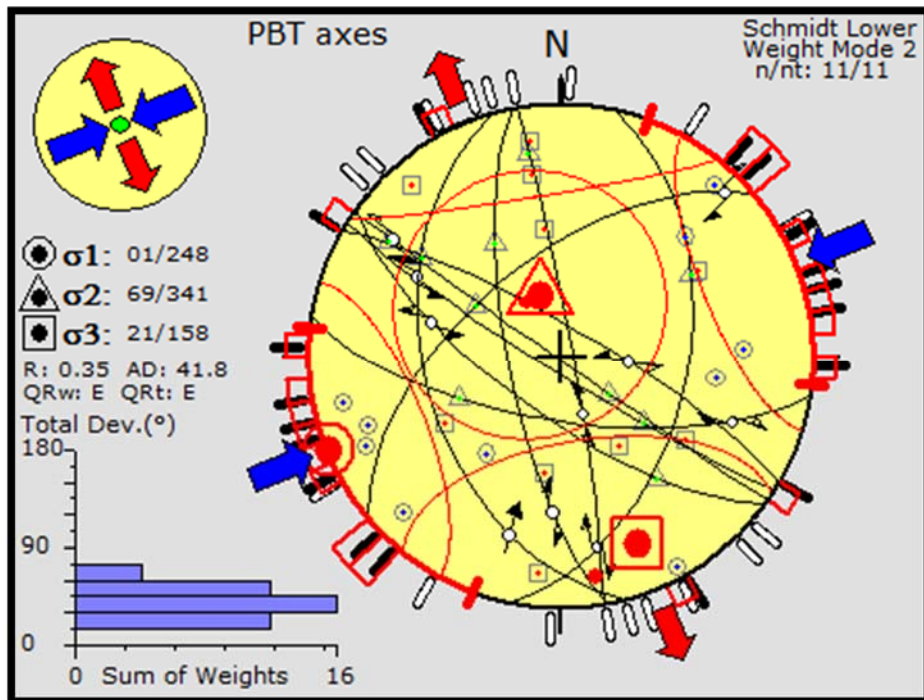
¹ Adolfo Eraso Romero, “Método de Predicción de las Direcciones Principales de Drenaje Subterráneo en Macizos Anisotrópicos” Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst. Volumen, No. 1., año 2000.

La combinación de las fracturas y otras discontinuidades provocadas por procesos de exhumación de las rocas condicionan en el área de estudio la existencia un sistema de diaclasas en bloque.

6.4 MODELO DE DEFORMACIÓN

Antes de proponer el modelo de deformación del área de trabajo fueron analizados todos los planos de fallas geológicas medidos en campo, que previamente fueron analizadas según su naturaleza sinemática. Lo anterior fue realizado para calcular la orientación general de los esfuerzos de deformación.

ESTEREOGRAMA 6 DIRECCIÓN DE ESFUERZOS DE DEFORMACIÓN. GENERAL



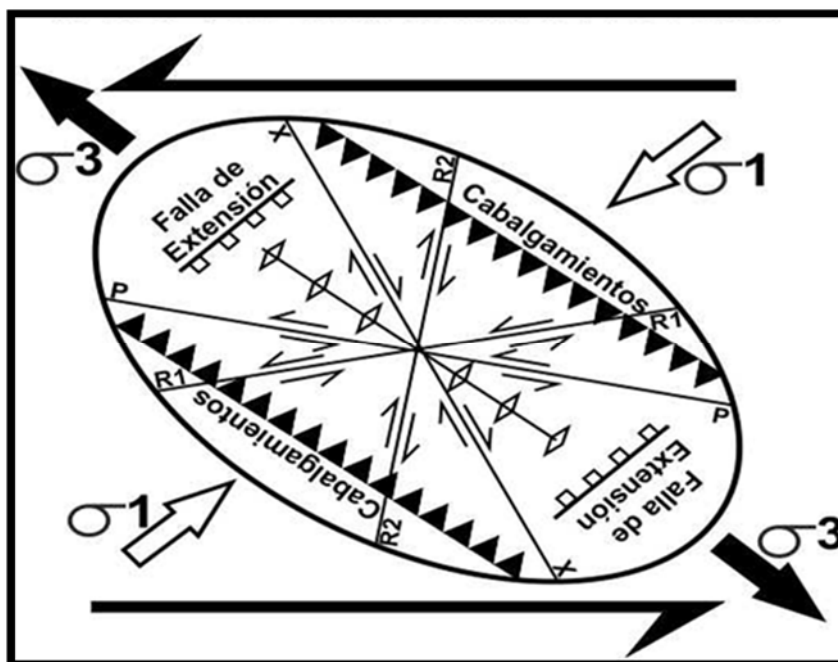
Fuente: Investigación de Campo. 2008

Anteriormente fue presentada la solución estereográfica de la dirección de los esfuerzos tectónicos responsables de la generación de las fallas geológicas observadas en el campo de investigación.

La orientación general de los esfuerzos que determinan la geología estructural de la localidad de estudio corresponden a: $\sigma_1=01/N248$ $\sigma_2=69/N341$ y $\sigma_3=21/N158$.

Con base en lo anterior, se establece que el modelo de deformación adecuado para explicar la geología estructural del área corresponde a la elipse de deformación de márgenes de placa sinistral propuesto por McClay K.²

ILUSTRACIÓN 14 MODELO DE DEFORMACIÓN. MÁRGENES DE PLACA SINISTRAL



Fuente: Modificado de McClay K., 1987.

² McClay K. "El Mapeo Geológico de Estructuras; Sociedad Geológica de Londres". Serie de Manuales; Editorial John Wiley & Sons; New York, Toronto. 1987.

La elipse de deformación mostrada corresponde a un margen de placa de orientación ideal E-W. Los esfuerzos calculados muestran que la elipse de deformación propuesta debe ser rotada aproximadamente 23° al oeste, lo que corresponde a los 20° de desfase sobre la línea E-W, equivalentes a la orientación aproximada N070, de la traza del sistema de fallas Chixoy-Polochic al sur del área de estudio.

CAPÍTULO VII

HISTORIA GEOLÓGICA Y RELIEVE ACTUAL

La geología y relieve actual de la localidad estudiada responden a cambios del ambiente geológico. La litología encontrada corresponde a dos episodios de sedimentación en los ambientes marinos de plataforma carbonatada y talud continental. Después de un evento de erosión, la sedimentación continúa en un ambiente continental aluvial. Los cambios de ambiente geológico son atribuidos a las variaciones del nivel del mar y el margen de sutura tectónicamente activo entre las placas del Caribe y Norteamérica, de movimiento lateral izquierdo, ubicado al sur del área de investigación.

De acuerdo con el cuerpo litológico más antiguo encontrado, siendo este la Unidad de Carbonatos, el ambiente de deposición corresponde a una plataforma carbonatada somera, que según los análisis petrográficos y micropaleontológicos, la sedimentación ocurrió en la cercanía interior de un cordón arrecifal.

A continuación ocurre la deposición de la Unidad de Siliciclásticos en un ambiente sedimentario distinto al de plataforma carbonatada, aunque todavía marino. El nuevo ambiente provee material continental rico en sílice del tamaño de arcilla, limo, arena, además de material ígneo perteneciente a rocas de la

corteza oceánica. La sedimentación pudo haber continuado, sin embargo la secuencia es truncada por una discordancia de erosión.

La erosión y transporte de material termina dando origen a la deposición de una aluvión local, nombrado como aluvión antiguo Sebilá. La Unidad lo compone una base de conglomerado de calizas de matriz calcárea y un techo de lodo calcáreo, cuya deposición parece estar controlado por fallas geológicas. La fuente del material del que está constituido posiblemente provenga de un levantamiento estructural por fallamiento inverso que expuso en superficie la unidad de carbonatos.

Seguidamente, ocurre un nuevo evento de erosión de menor escala y la deposición continúa en cuerpos litológicos locales recientes de aluvión y coluvión, además de la generación de series de suelos.

Determinar las edades de las unidades no es el objetivo de la presente investigación, sin embargo se sugiere que las edades de las unidades de carbonatos y siliciclásticos se encuentren entre el límite del cretácico y terciario. La edad del aluvión antiguo Sebilá es indeterminada aunque queda delimitada en el cenozoico al igual que los cuerpos cuaternarios de aluvión, coluvión y suelos.

El relieve fisiográfico del área de estudio está dominado por estructuras geológicas. Los principales rasgos encontrados corresponden a cerros de carbonatos alineados al NW. Esta alineación corresponde al levantamiento de un bloque con buzamiento al sur limitado al norte por una falla inversa.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- La geología superficial del área estudiada litológicamente se caracteriza por la existencia de cinco cuerpos litológicos. Siendo estos: Unidad de Carbonatos (Subunidades: Superior e Inferior), U. de Siliciclásticos, U. Aluvión Antiguo Sebilá, Coluvión, Aluvión y una Unidad subordinada de suelos varios.
- Estructuralmente se caracteriza por medio del Modelo de Deformación para Márgenes de Placas de Rumbo Sinistral, propuesto por McClay K¹. (1 987).
- El análisis micropaleontológico realizado sugiere que el ambiente de deposición de la U. de Carbonatos ocurrió en una plataforma carbonatada, cerca de un cordón arrecifal. El análisis petrográfico realizado aportó la evidencia de la existencia de flujos de detritos de rocas de la corteza oceánica durante la deposición de la U. de Siliciclásticos. El examen micropaleontológico realizado en un clasto de caliza obtenida de

¹ McClay K. “El Mapeo Geológico de Estructuras; Sociedad Geológica de Londres”. Serie de Manuales; Editorial John Wiley & Sons; New York, Toronto. 1987.

la U. de Aluvión Antiguo Sebilá, sugiere que probablemente corresponda a la litología de la subunidad superior de la U. de Carbonatos.

- Por último se presenta la cartografía geológica, en donde son delimitados los cuerpos litológicos e indicadas las estructuras geológicas identificadas.

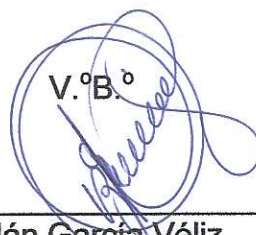
8.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones surgidas consisten en profundizar el conocimiento de la geología de la región de estudio. Para lograr lo anterior se sugiere:

- Continuar con el cartografiado geológico en la región.
- Realizar una correlación de las unidades litológicas encontradas con las formaciones geológicas establecidas.
- Elaborar ensayos petroquímicos que determinen la naturaleza del material que rellena las fracturas de tensión N-S, encontradas en el extremo SE del área de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo -CONCATRAM-.
Sedimentación en el golfo de Honduras. Honduras: CONCATRAM., 2 003.
- Hall, Kevin, Et. Al. *On the persistence of weathering*. Sur África: South African: Geographical Journal, 2 012.
- McClay, K. *El Mapeo Geológico de Estructuras*. Estados Unidos de América: Editorial John Wiley & Sons, 1 987.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. -MAGA-. *Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información CATIE-ESPREDE, del Programa de Emergencia por Desastres Naturales MAGA-BID: Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000* Guatemala: MAGA., 2 001.
- Norconsult A.S. *Geología Petrolera de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas, 1 988.
- Ortega-Gutiérrez Fernando, Et. Al., *The Maya-Chortís Boundary: A Tectonostratigraphic Approach*. Estados Unidos de Norte América: International Geology Review. 2 007.
- Simmons, Charles, Et. Al. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: José de Pineda Ibarra, 1 959.
- Wegener, Alfred. *El origen de los continentes y océanos*. Madrid, España: Ediciones Pirámide, 1 983.



Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO



ANEXOS

A. Reportes de los Análisis Petrográfico y Micropaleontológico.

Muestra 01-01

Muestra 01-16

Muestra 01-23

Muestra 01-02

Muestra 01-07

Muestra 05-06

Muestra 04-30

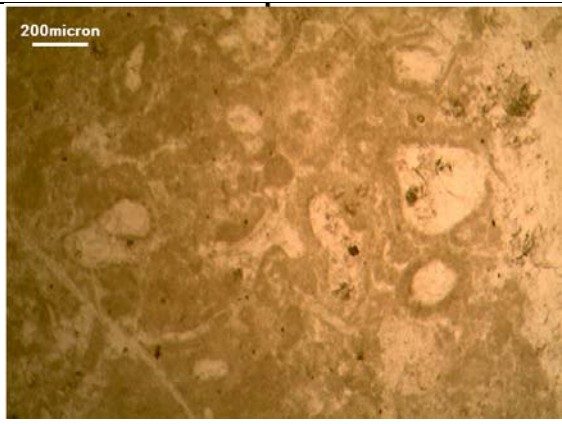
B. Mapa y Perfil Geológico a Escala 1: 25 000.

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO Y MICROPALÉONTOLOGICO

DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E:280 757; N 1 750 406 UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Camino a la "Melinera" a partir de la comunidad Sebilá.
Afloramiento:	Toma in situ. Calizas masivas y cavernas cársticas. Estratificación S.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/Caliza.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Gris.
Textura Dunham:	Packstone.
Minerales Reconocibles:	Calcita y cuarzo en fracturas.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALÉONTOLOGICA	
Minerales Esenciales:	Calcita.
Minerales Accesorios:	No se reconocen.
Minerales Opacos:	Óxidos metálicos en fracturas.
Textura Folk:	Bio micrita de Ooides.

OBSERVACIONES	
 <p>A microscopic photograph showing several circular ooids. A scale bar in the top left corner is labeled '200micron'. The ooids have a granular, crystalline appearance.</p>	<p>Ooides.</p>
<p>Ambiente Sugerido:</p>	<p>Margen de Plataforma Carbonatada, Retro-arrecife.</p>

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO Y MICROPALAEONTOLÓGICO

DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E: 274 942; N 1 751 150 UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Norte de Finca Adelita.
Afloramiento:	Toma in situ. Calizas masivas y cavernas cársticas. Estratificación S.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/Caliza.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Gris.
Textura Dunham:	Wackstone.
Minerales Reconocibles:	Calcita.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALAEONTOLÓGICA	
Minerales Esenciales:	Calcita.
Minerales Accesorios:	No se reconocen.
Minerales Opacos:	Óxidos metálicos en fracturas.
Textura Folk:	Biomicrita de milliólidos.

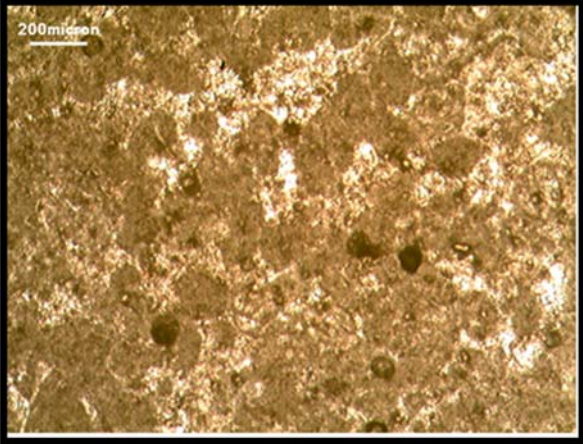
OBSERVACIONES	
	<p>Milliólidos.</p>
Ambiente Sugerido:	Plataforma Carbonatada Somera, Retro-arrecife.

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO Y MICROPALÉONTOLOGICO

DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E: 282 646 ; N 1 748 818 UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Finca Chocón.
Afloramiento:	Toma in situ. Calizas masivas.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/Caliza.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Gris.
Textura Dunham:	Mudstone
Minerales Reconocibles:	Calcita.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALÉONTOLOGICA	
Minerales Esenciales:	Calcita.
Minerales Accesorios:	No se reconocen.
Minerales Opacos:	Posibles mineralizaciones o asfalto en fracturas.
Textura Folk:	Micrita.

OBSERVACIONES	
	<p>Vista general de la lámina.</p>

MUESTRA: 01-23



Mineralizaciones de óxidos metálicos o asfalto en fracturas.

Ambiente Sugerido:

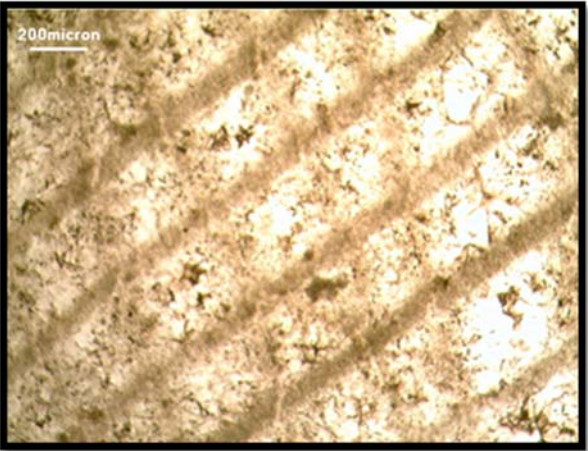
Plataforma Carbonatada Profunda.

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO Y MICROPALÉONTOLOGICO

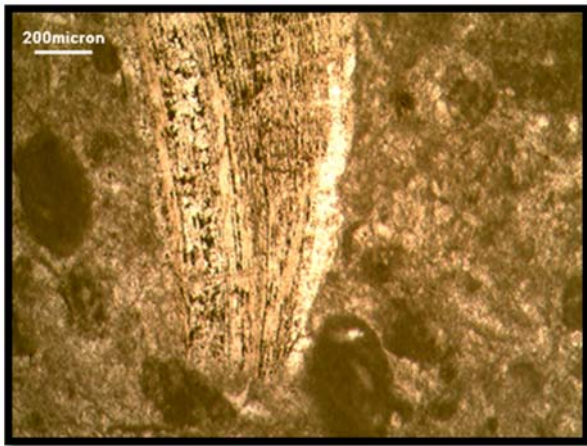
DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E: 278 422; N 1 751 283 UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Cementerio Sebilá.
Afloramiento:	Toma in situ. Calizas masivas.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/Caliza.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Gris crema.
Textura Dunham:	Boundstone.
Minerales Reconocibles:	Calcita.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALÉONTOLOGICA	
Minerales Esenciales:	Calcita.
Minerales Accesorios:	No se reconocen.
Minerales Opacos:	Óxidos metálicos intra poro.
Textura Folk:	Bioesparita de coral.

OBSERVACIONES	
	<p>Crecimientos de Coral.</p>

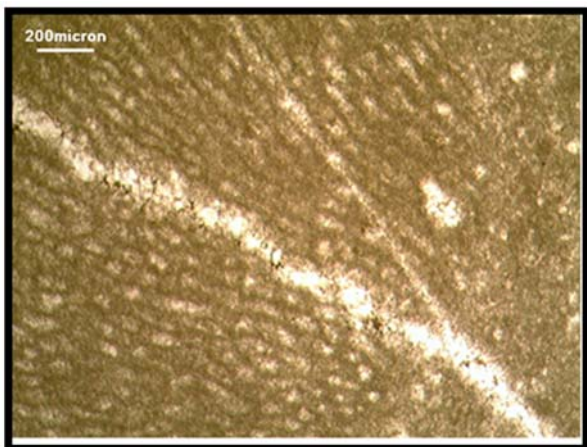
MUESTRA: 01-02



Fragmento de Rudista.



Milliolido.



Briozooario.

Ambiente Sugerido:


Margen de Plataforma
Carbonatada: Arrecife.

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO

DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E: 274 200 ; N: 1 751 191. UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Interior finca Adelita.
Afloramiento:	Capas alternantes de lutitas, limolitas y areniscas.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/arenisca.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Roja.
Textura:	Areniscas.
Minerales Reconocibles:	Granos de Silice.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALAEONTOLÓGICA	
Minerales Esenciales:	Silice.
Minerales Accesorios:	Ultra-básicos.
Minerales Opacos:	Óxidos metálicos en poros.
Matriz:	Levemente calcárea y sílice.

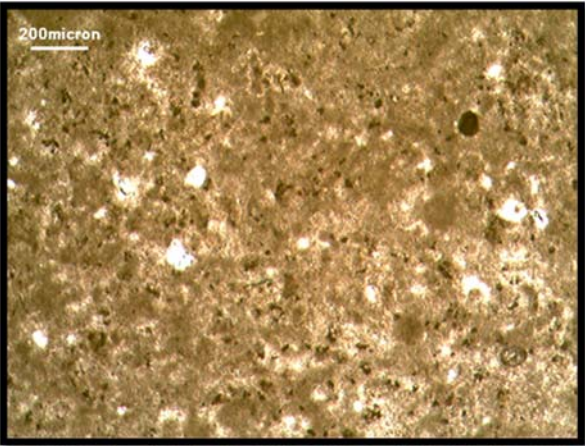
OBSERVACIONES	
	Grano de roca ígnea ultabásica.
Ambiente Sugerido:	Talud Continental.

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO Y MICROPALÉONTOLOGICO

DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E: 277 318; N 1 750 459 UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Camino hacia aldea Sebilá.
Afloramiento:	Capas conglomerado de calizas bien esféricas y redondeadas. Inclinación estratificación hacia el Este.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/Matiz lodo calcáreo.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Blanco amarillento.
Textura Dunham:	Mudstone
Minerales Reconocibles:	Calcita.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALÉONTOLOGICA	
Minerales Esenciales:	Calcita.
Minerales Accesorios:	No se reconocen.
Minerales Opacos:	Óxidos metálicos en poros.
Textura Folk:	Matriz micrita.

OBSERVACIONES	
	<p>Micrita.</p>
Ambiente Sugerido:	Aluvial.

REPORTE LABORATORIO PETROGRÁFICO Y MICROPALÉONTOLÓGICO

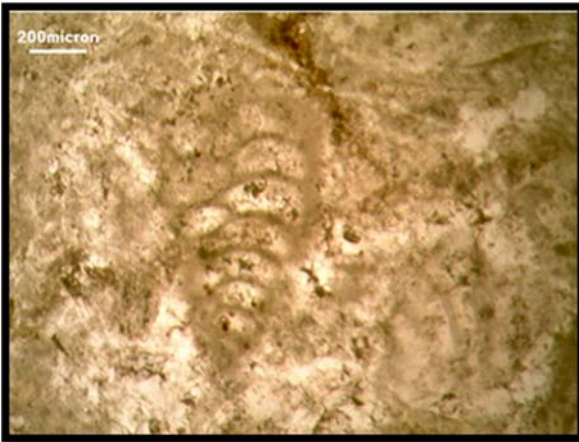
DATOS GENERALES	
Fecha Recuperación:	10 de agosto de 2 008.
Análisis realizado por:	Pablo Contreras.
Proyecto:	Trabajo Final de Campo.
Ubicación:	E: 277 199 ; N: 1 749 733 UTM WGS_84 Z16N
Localidad:	Camino hacia finca Adelita.
Afloramiento:	Capas conglomerado de calizas bien esféricas y redondeadas. Inclinación estratificación hacia el Este.
Tipo de Roca:	Sedimentaria/caliza.

DESCRIPCIÓN MUESTRA DE MANO	
Color:	Blanco crema.
Textura Dunham:	Packstone.
Minerales Reconocibles:	Calcita.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MICROPALÉONTOLÓGICA	
Minerales Esenciales:	Calcita.
Minerales Accesorios:	No se reconocen.
Minerales Opacos:	Óxidos metálicos en poros.
Textura Folk:	Bioesparita de miliólidos.

OBSERVACIONES	
	<p>Nummuloculina heimi.</p>

MUESTRA: 04-30



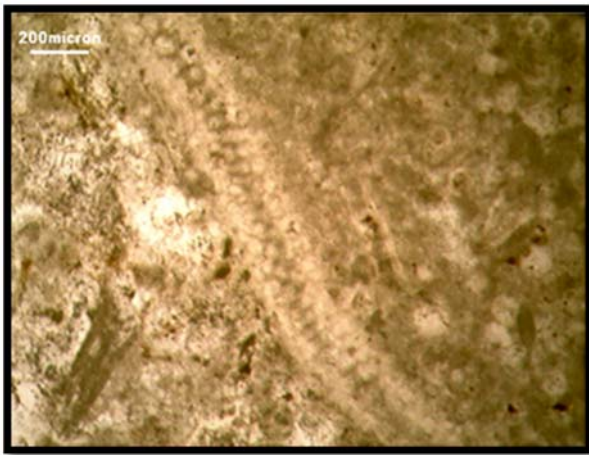
Texturalido. Vista longitudinal.



Texturalido. Vista transversal.



Vaughamina Cubensis.



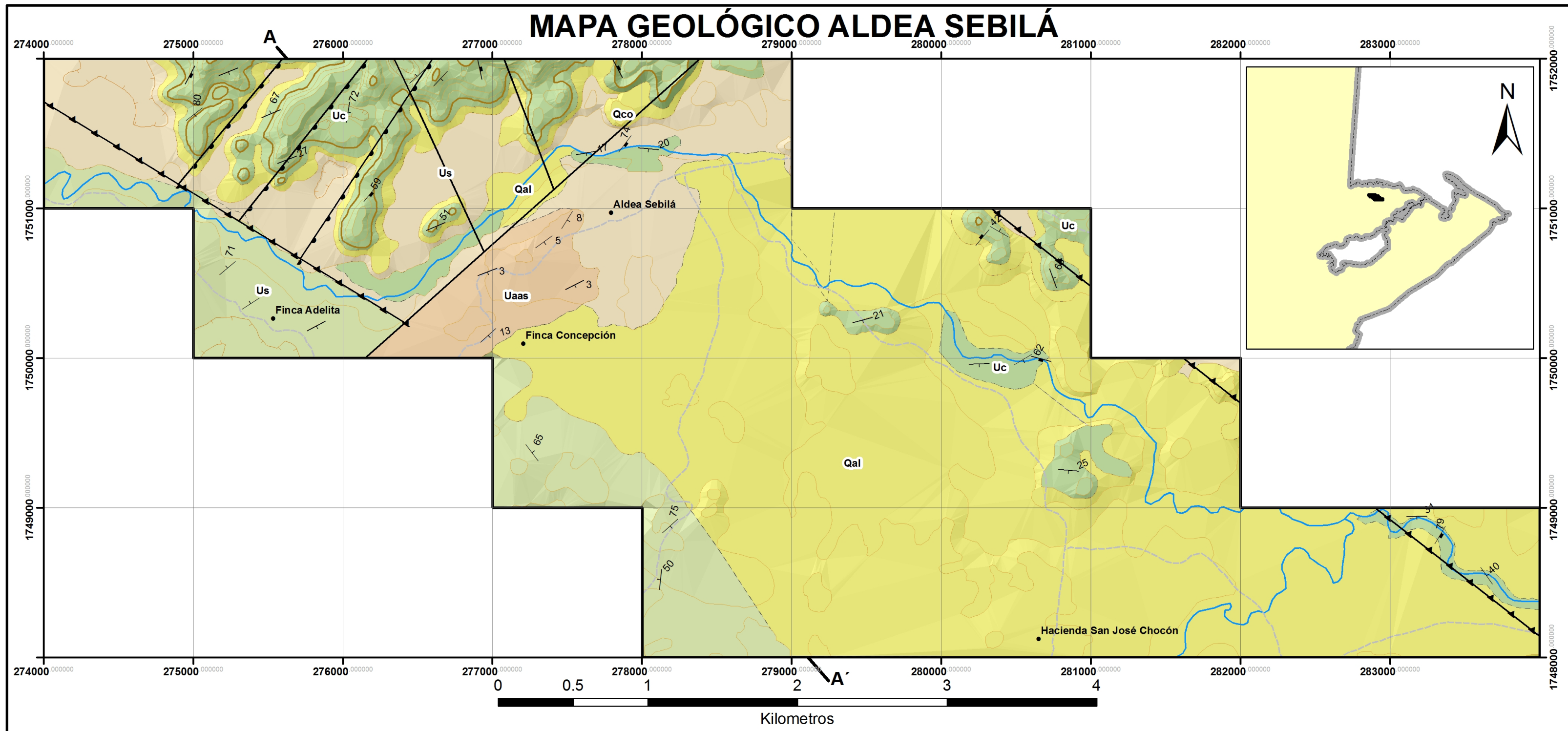
Diclyna Schlumbergeri.



Fragmento de Rudista.

Ambiente Sugerido:

Margen de Plataforma
Carbonatada: Arrecife.



Simbología

- Poblados
- Terracería
- Ríos

Estructuras Geológicas

- |—| Estratificación
- |—| Fractura

Fallas Geológicas

- ▲—▲ Inversa
- Normal
- Rumbo

Altimetria

- Curva Mayor
- Curva Menor
- Dolina

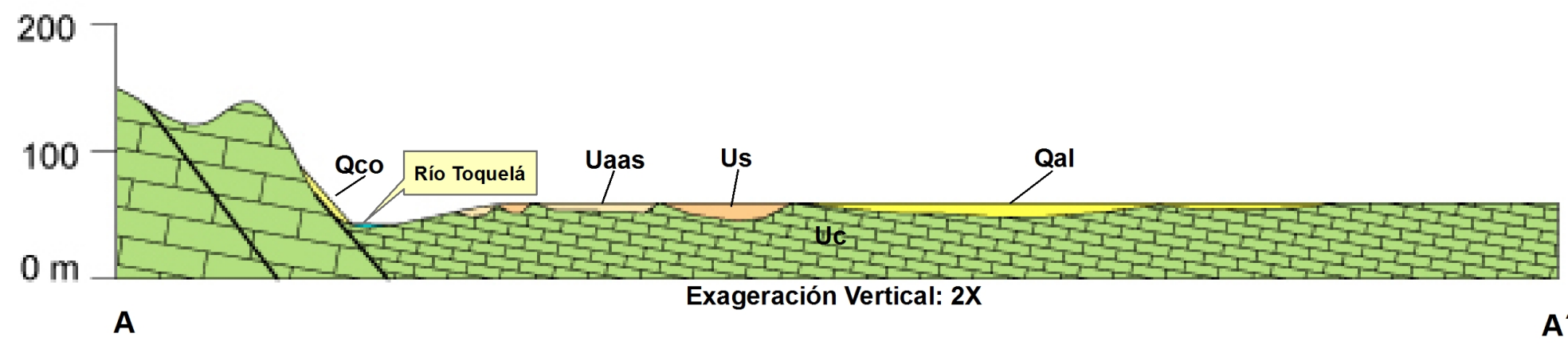
Litología

Unidades

- Us Suelos
- Qal Aluvión
- Qco Coluvión
- Uaas Aluvión Antiguo Sebilá
- Us Siliciclásticos
- Uc Carbonatos

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario del Norte	Carrera de Geología
Trabajo Final de Campo: Mapa y Perfil Geológico Aldea Sebilá, Livingston, Izabal.	
Elaborado por: Pablo Alejandro Contreras Romero. Carné 2003 400 33	
Datum Espacial: NAD 1927 UTM Zona 16 Norte	





CUNOR

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala



15085

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

Geología

Al trabajo titulado:

"La geología en Izabal: Levantamiento geológico a escala 1:25,000 en los alrededores de la aldea Sebilá, municipio de Livingston"

Presentado por el (la) estudiante:

Pablo Alejandro Contreras Romero

Autoriza el

IMPRIMASE

"Id y enseñad a todos"

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



Cobán, Alta Verapaz agosto del 2015