

**“RECONSTRUCCION DE LA HISTÓRIA TERMAL Y MODELAMIENTO
GEOQUIMICO DE LA SERRANÍA DE COSINAS”.**

LAURA MILENA PEÑARANDA CAMARGO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
2009.**

**“RECONSTRUCCION DE LA HISTÓRIA TERMAL Y MODELAMIENTO
GEOQUIMICO DE LA SERRANÍA DE COSINAS”.**

LAURA MILENA PEÑARANDA CAMARGO

.

Trabajo de grado para optar el título de geólogo.

Director

Mario García González, Ph.D.

Profesor Titular Escuela de Geología.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE FISICO QUIMICAS

ESCUELA DE GEOLOGÍA

2009.

AGRADECIMIENTOS

Yo Laura Milena Peñaranda le agradezco a:

A Dios por ser mi guía espiritual.

A mis papas Cándido y Mariela y mis hermanos Lyda y Javier Ricardo por el apoyo y dedicación incondicional en cada momento.

A mi familia, por ser parte de mi vida.

A Jairis, las alejandras, Nathaly, Heidy y Emilio por su colaboración y sonrisas durante este periodo.

A los compañeros de campo III por la colaboración en la toma de muestras.

A la Universidad Industrial de Santander, por la formación académica y personal.

A la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, a los profesores, por aportar en mi formación profesional y personal.

Al Grupo de Investigación en Geología de Hidrocarburos y Carbones de la Universidad Industrial de Santander, por el apoyo en la realización y financiación de este proyecto.

Al Doctor Mario García González, por brindarme su asesoría y confianza a durante de mi etapa académica y principalmente durante la realización de este trabajo de grado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. LOCALIZACION	3
3. EVOLUCIÓN GEOLOGICA	4
4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	9
4.1 LA SERRANÍA DE SIMARUA	10
4.2 LA SERRANÍA DE COSINAS	10
4.3 SISTEMA DE FALLA COSINA	11
4.4 FALLA SIMARÚA	11
4.5 FALLA DE CUIZA	12
5. MARCO ESRATIGRAFICO DE LA SERRANIA DE COSINAS	14
5.1. PRECAMBRICO	15
5.1.1. Formación Macuira	15
5.2. TRIASICO SUPERIOR	15
5.2.1 Formación Chinapa	15
5.3. CRETACICO INFERIOR	15
5.3 1. Grupo Yuruma:	15
5.4.1 Grupo Cogollo	16
5.5. OLIGOCENO	17
5.5 1. Formación Siamaná	17
5.6 CUATERNARIO	17
6. METODOLOGIA	19
6.1 TOMA DE MUESTRAS:	19
6.2 PREPARACION DE MUESTRAS:	20
6.2.1 Preparación de la muestra para Ro:	21
6.2.2 Preparación de muestra para sección delgada:	21
6.3 DESCRIPCION PETROGRAFICA:	21
6.3.1 Análisis de reflectancia de vitrinita (Ro)	21
6.3.2 Modelamiento geoquímico1D	22

7. RESULTADOS	23
7.1 PETROGRAFIA	23
7.2 CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE LA ROCA FUENTE	28
7.3 MODELADO GEOQUIMICO	31
8. CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS CITADAS	42
ANEXO	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Localización de la zona de estudio tomado y modificado de Ingeominas 2002.	3
Figura2: Amazonia colisiona con Laurentia y Baltica, conformando el cinturón orogénico de Grenville. Tomado Restrepo 1997	5
Figura 3: el supercontinente de Pangea inicia su separación, tomado de Restrepo 1997	5
Figura 4: Amazonia se separa de Laurentia y Baltica, formando el Océano de Lapetus, tomado de Restrepo 1997.	6
Figura 5: la Placa del Caribe continúa su movimiento relativo hacia el Oriente, transportando a cuevas, dorsales oceánicas formadas durante los procesos de expansión de fondo oceánico, tomado Restrepo 1997.	7
Figura 6 Corte estructural de la Serranía de Cosinas	9
Figura 7. Mapa estructural del departamento de la Guajira, mostrando el sistema de fallas en la Serranía de Cosinas tomado de Ingeominas 2002	13
Figura 8 Columna estratigráfica generalizada de la cuenca la Guajira, tomado de Rangel y Ramírez 2002	14
	18
Figura 9 Geología área de Cosinas del departamento de la Guajira, tomado de Ingeominas 2002.	18
Figura 10. Mapa de localización de estaciones y muestras	20
Figura 11. Estratigrafía con sus respectivas muestras tomadas	23
Figura 12. intercalación de areniscas y calizas de la Formación Chinapa con una muestra de sección delgada denominada arcosa lítica.	24
Figura 13 Panorámica y seccione delgada del Grupo Yuruma denominada, mudstone.	25
Figura 14 calizas intramicriticas del grupo cogollo con su respectiva sección delgada.	26
Figura 15 Afloramiento de la Formación Siamana la sección delgada denominada gravuaca feldespática.	27
Figura 16 Afloramiento de basaltos en zonas aledañas de depósitos del cuaternario	27
Figura 17 relación entre TOC V.s HI	30
Figura 18 relaciones Tmax Vs. HI	31
Figura 19 Calibración del modelo de datos del porcentaje de reflectancia de vitrinita (%Ro) de la serranía de cosinas; los grupos yuruma y Cogollo se indican un estado maduro	33
Figura 20 reflectancia de vitrinita Vs. tiempo,	34

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 2 Parámetros analizados para las rocas del Cretácico.	28
Tabla 3 Datos de reflectancia de vitrinita (%Ro)	29

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO. A.	45
ANEXO B	51

RESUMEN

TITULO: RECONSTRUCCION DE LA HISTORIA TERMAL Y MODELAMIENTO GEOQUIMICO DE LA SERRANIA DE COSINAS.^{*1}

Autor: LAURA MILENA PEÑARANDA CAMARGO**

Palabras Clave: Grupo Yuruma, Grupo Cogollo, Cretácico, reflectancia de vitrinita, Temperatura máxima, carbono orgánico total, modelamiento geoquímico, petrografía, Guajira.

Descripción:

En la Serranía de Cosinas se tomaron 27 muestras de roca a las cuales se les efectuaron análisis petrográficos (microscópicos y macroscópicos), análisis de petrografía orgánica (reflectancia de vitrinita.) y análisis de pirolisis Rock Eval (Temperatura máxima, índice de hidrogeno, carbono orgánico tota.). Los resultados de estos análisis fueron empleados en la reconstrucción termal de la historia subsidencia de la cuenca de la baja Guajira y en el modelamiento geoquímico.

El modelamiento geoquímico se realizó con el programa de petromod 1D el cual nos indica los tiempos de depositación y erosión de cada una de las formaciones presentes. El intervalo de interés en este trabajo es el Cretácico, en el que se encuentran el Grupo Cogollo, que entró en ventana de generación desde hace 78 millones de años y el Grupo Yuruma que entró en ventana de generación desde hace 75 millones de años. El Kerógeno tipo III presente en las muestras alcanzó una temperatura máxima adecuada para la producción de gas termogénico. Los resultados de los análisis de las muestras presentan un alto porcentaje de reflectancia de vitrinita y bajo contenido materia orgánica total, lo que sugiere que poco hidrocarburo fue generado en la zona de estudio (Serranía de Cosinas).

*Trabajo de Grado Modalidad Investigación.

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Geología, Universidad Industrial de Santander. Director: Ph.D Mario García-González.

ABSTRACT

TITLE: Thermal history's reconstruction and geochemical modeling from "La Serrania de Cosinas"

Author: LAURA MILENA PEÑARANDA CAMARGO **

Key Words: Yuruma group, Cogollo group, Cretaceous, vitrinite reflectance, maximum temperature, organic matter content, geochemical model, petrography, Guajira.

Description:

The Serrania de Cosinas range took 27 samples of rock which were made in petrography analysis (microscopic and macroscopic), analysis of organic petrography (vitrinite reflectance) and analysis of pyrolysis rock eval (maximum temperature, hydrogen index, carbon organic total). The results of these analyses were used in thermal history rebuilding subsidence basin low Guajira and geoquimic modeling.

The geoquimic modeling was with the 1 d petromod which tells us program deposition times and erosion of each of these formations. The range of interest in this work is the Cretaceous, are Cogollo group that entered into generation window from makes 78 million years and the Yuruma group entered into generation window from 75 million years ago. The Kerógeno type present in samples III reached a maximum temperature suitable for the production of gas termogenic. The results of the analysis samples have a high percentage of vitrinite reflectance and under content total organic matter, suggesting that little hydrocarbon was generated in the area of study (Serrania de Cosinas).

* Undergraduate Thesis. Research Work.

** Physical Chemistry Engineering School, Department of Geology, Universidad Industrial de Santander. Thesis Director: Ph.D Mario García-González.

INTRODUCCIÓN

La península de la Guajira es un área inexplorada en donde solamente se explotan dos campos de gas denominados Chuchupa y Ballena. La mayor parte de la extensión se encuentra inexplorada.

La roca fuente de los gases que se producen en los campos de gas en desconocida, debido a que no existen afloramientos como tampoco muestras de pozos de rocas ricas en materia orgánica.

En la Serranía de Cosinas se encuentran extensos afloramientos con calizas las cuales son potencialmente rocas generadoras de hidrocarburos.

El presente estudio hace una evaluación de las calizas aflorantes en la Serranía de Cosinas como posibles roca fuente de hidrocarburos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Reconstruir la historia termal y modelamiento geoquímico de la Serranía de Cosinas

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la petrografía orgánica de las rocas fuentes de hidrocarburos en la Serranía de Cosinas.
- Desarrollar el modelamiento 1D geoquímico de la Serranía de Cosinas

2. LOCALIZACION

El trabajo de campo fue realizado en el municipio de Uribe del departamento de la Guajira Colombia, el cual está situado en el extremo norte del país y de la llanura del Caribe, en la parte más septentrional de la América del sur; localizado entre los **10°23'** y **12°28'** de latitud norte y los **71°06'** y **73°39'** de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 20.848 km² lo que representa el 1.8 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el mar Caribe, por el Este con el mar Caribe y la República de Venezuela, por el Sur con el departamento del Cesar, y por el Oeste con el departamento del Magdalena y el mar Caribe (**Figura 1**)



Figura 1 Localización de la zona de estudio tomado y modificado de Ingeominas 2002.

3. EVOLUCIÓN GEOLOGICA

Según el perfil realizado para la zona de estudio, la evolución geológica se realiza de la siguiente manera, tomando en cuenta la nomenclatura postulada según Ingeominas 2005. **(Figura 6)**

El Caribe originalmente formaba una parte del piso oceánico del Pacífico del Este el cual se movió hacia el Norte y el Noreste, o alternativamente resultó posicionado en el espacio vacío entre los continentes Sur y Norte americanos, detrás lo que se llama en la literatura « The Great Arc of the Caribbean » de (Burke 1988).

A continuación se presentan los ciclos de evolución según Restrepo 1997.

PRIMER CICLO TECTÓNICO: MEDIADOS DEL MESOPROTEROZOICO HASTA FINALES DEL NEOPROTEROZOICO

A finales del Mesoproterozoico y comienzos del Neoproterozoico En el norte de Colombia, se generaban rocas con metamorfismo regional de alto grado, intruidas por rocas ígneas, presentan edades U/Pb en Circón de 1100 Ma (Restrepo, 1997), indicando para este tiempo una posible acreción del terreno Santander al norte de Amazonia, el cual se constituye en el basamento actual de las cordilleras Central, Oriental y Sierra Nevada de Santa Marta. Amazonia se comporta como un margen pasivo afectado por una importante tectónica extensional, formando grandes valles de rift dispuestos de forma perpendicular al cratón (Restrepo, 1997). **Figura 2**

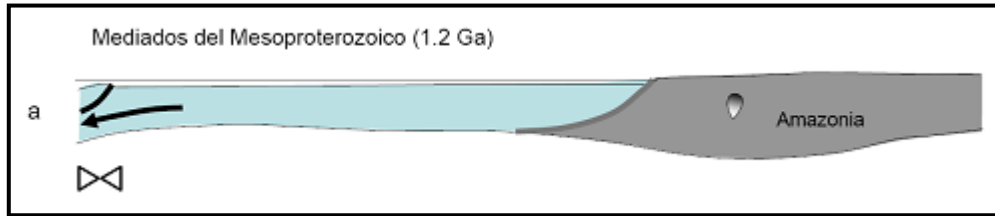


Figura2: Amazonia colisiona con Laurentia y Baltica, conformando el cinturón orogénico de Grenville. Tomado Restrepo 1997

SEGUNDO CICLO TECTÓNICO: INICIOS DEL JURASICO HASTA MEDIADOS DEL CRETACICO (200 a 70Ma) .

En el Jurasico el plutonismo félsico extensivo y vulcanismo bimodal. En la mitad sur y paralela del margen continental, cadena de volcanes continentales. Hay una intrusivo magmática de rocas de Materiales piroclásticos de tipo andesítico y dacítico y rocas de arenisca que contienen intercalaciones de arcillolitas de edad Jurásica. También hay materiales piroclásticos debido a la presencia del vulcanismo. El supercontinente de Pangea inicia su separación, formándose una zona de expansión oceánica entre Norteamérica y Gondwana, configurando márgenes pasivos en ambos continentes. Durante el desarrollo de la zona de expansión intercontinental, fallas transformantes afectan las placas continentales (Aleman, 2000). **Figura 3 y 4**

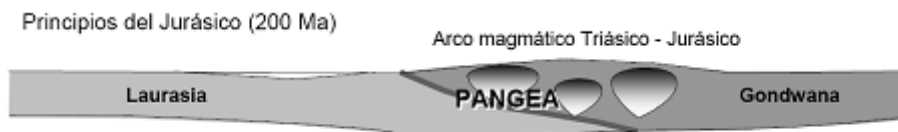


Figura 3: el supercontinente de Pangea inicia su separación, tomado de Restrepo 1997

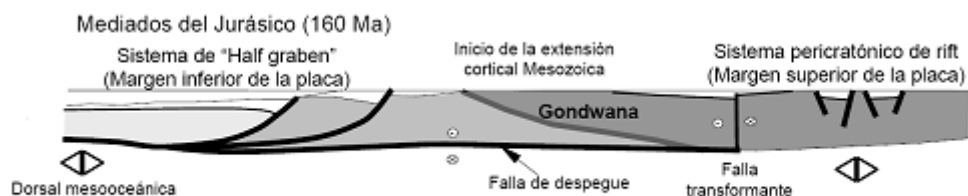


Figura 4: Amazonia se separa de Laurentia y Baltica, formando el Océano de Lapetus, tomado de Restrepo 1997.

Durante el Cretácico inferior, las masas continentales de Norteamérica y Suramérica continúan su separación, limitando un extenso mar denominado Tetis, configurando la zona de avance del protocaribe, aumentando el efecto de las fallas transformantes en las márgenes continentales, generando cuencas de rift pericratónicas cada vez mayores en la esquina noroccidental de Gondwana (Maracaibo, Valle Medio del Magdalena, Cesar - Ranchería). Espesas secuencias sedimentarias de clásticos, shales y carbonatos se desarrollan, dando lugar a formaciones como Rosablanca, Apón, Río Negro y Tablazo.

Intrusiones graníticas y diques ácidos afectan secuencias en varios sectores a estas secuencias sedimentarias, especialmente hacia las fallas transformantes (Stock del Socorro, Stock de Támesis, Riolíta del Golero, Riolíta de Ocaña), al igual que unidades volcanosedimentarias (Tobas de la Fm. La Quinta, Fm Los Calvos).

A mediados del Cretácico (100 Ma), la separación entre Norteamérica y Gondwana ha finalizado, mientras al interior de este continente se inicia un proceso de separación, para conformar los continentes de Suramérica y África. Durante este tiempo, varios eventos ocurren en el borde noroccidental de Suramérica unos de índole regional y otros de carácter global. Primordialmente se presenta una disminución en la actividad ígnea intrusiva, acompañada de una

disminución general en las tasas de subsidencia de las cuencas sedimentarias, formadas durante los procesos de apertura continental, inactividad de las fallas transformantes y el inicio de una importante trasgresión marina hacia el escudo. Durante este tiempo, sedimentos clásticos predominan hacia el escudo, conformando la plataforma interna (Formación Aguardiente), en una tendencia transgresiva sobre rocas sedimentarias del Paleozoico y del basamento ígneo - metamórfico del escudo. (Alemán, 2000).

TERCER CICLO TECTÓNICO: FINALES DEL PALEOGENO HASTA EL CUATERNARIO (30 MA)

En el Paleógeno se forman sistemas de abanicos aluviales relacionados con el inicio de una tectónica de cabalgamiento también los ambientes marinos marginales y profundos están restringidos al borde continental. Primer desarrollo de un complejo de deltas en la costa Caribe colombiano. En el resto del país predominan las continentales; sin embargo, un breve ingreso del mar desde el suroccidente del Lago de Maracaibo hasta el sur de Neiva (Gigante, departamento del Huila). **Figura 5**



Figura 5: la Placa del Caribe continúa su movimiento relativo hacia el Oriente, transportando a cuencas, dorsales oceánicas formadas durante los procesos de expansión de fondo oceánico, tomado Restrepo 1997.

Las rocas que pertenecen a esta unidad son Arcillolitas y areniscas arcillosas conglomeráticas con algunas intercalaciones de capas de carbón son presentadas en esta etapa de ambiente transicional (Haq 1987).

También hay presencia de Arcillolitas del Paleógeno, areniscas arcillosas conglomeráticas con intercalaciones de capas de carbón se depositaron sobre las unidades ígneas del cretáceo inferior, su ambiente de depositación es de tipo transicional (Baudín, 1995).

Durante este tiempo, el borde noroccidental de la Placa de Suramérica sufre deformación y metamorfismo (Filitas y esquistos), además de intrusiones aisladas de cuerpos principalmente graníticos o cuerpos intrusivos afectados por nuevas intrusiones (Cuarzodiorita), acompañado de vulcanismo andesítico.

En el neógeno (Plioceno-Pleistoceno) el dominio sedimentario continental alcanza su máximo desarrollo. La ocurrencia de enormes abanicos aluviales es la característica sedimentaria más notable

Se depositaron Areniscas del Neógeno con capas arcillolíticas e intercalaciones conglomeráticas de ambiente continental. Hay una rotación de esfuerzos hacia la parte este del corte, por causa de un sistema de compresivo de la parte oeste (Baudín, 1995).

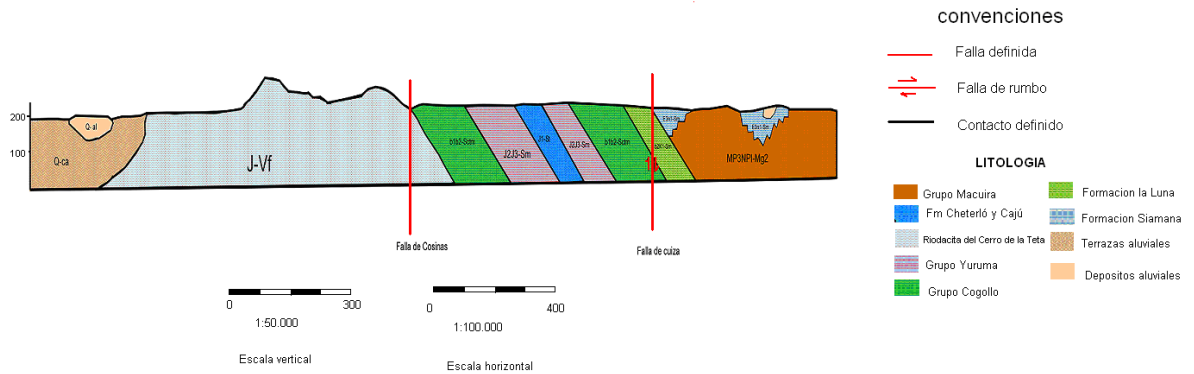


Figura 6 Corte estructural de la Serranía de Cosinas

4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En La Guajira se pueden reconocer cuatro bloques tectónicos limitados por mega fallas. La Alta Guajira, cuyo límite sur es la Falla Cuisa. La Media Guajira, localizada entre la Falla Cuisa y la Falla Oca. La Sierra Nevada de Santa Marta, en el triángulo formado por las fallas Oca al norte, Santa Marta – Bucaramanga al occidente y Cerrejón al oriente. Y la serranía de Perijá, desde la Falla Cerrejón al oriente hasta el Golfo de Maracaibo en territorio venezolano

La Alta Guajira es una zona de serranías bajas conformadas por núcleos de rocas antiguas, que se han venido alzando y denudando desde el Oligoceno, rodeadas de planicies constituidas por secuencias cenozoicas que representan la paulatina regresión del mar. A la vez, ha sufrido un desplazamiento hacia el oriente a lo largo de la Falla Cuisa, al sur de la cual aún hay una zona montañosa que fisiográficamente hace parte de la Alta Guajira, pero geológicamente es parte de la Media Guajira.

La Media Guajira, en sentido geológico, es un bloque deprimido y basculado más de 2.000 m hacia el sur, de morfología plana, con miles de metros de espesor de

depósitos post-eocenos dispuestos sobre el basamento Pre-oligoceno. Actualmente está en proceso de sollevamiento, y también se desplaza al oriente, a lo largo de la Falla Oca.

La Sierra Nevada de Santa Marta, constituida por las raíces del continente, elevada desde los niveles normales a los cuales se encuentra el basamento precámbrico, hasta por sobre los 5.700 msnm.

La serranía de Perijá, parte de la antigua cuenca mesozoica, alzada por fallamientos inversos de muy bajo ángulo, la principal de las cuales es la Falla Cerrejón, que expone rocas del basamento que sobrescurre rocas Paleógenas.

Las serranías presentes en la zona recorrida son:

4.1 LA SERRANÍA DE SIMARUA

Está separada de la Serranía de Cosinas por la falla de rumbo lateral derecha de Cuiza. En su terminación NE la serranía está afectada también por una falla de rumbo lateral derecha que desplaza 3 km hacia el SE a las metamorfitas del Arco de la Guajira y a capas de la formación Siamaná (Oligoceno) (**figura 7**)

4.2 LA SERRANÍA DE COSINAS

Está limitada en su extremo NE por la falla de Cuiza, cubierta discordantemente por la formación Siamaná, demostrando que las serranías de Simarua y Cosinas se comportan dinámicamente como un solo bloque a partir del Oligoceno. El extremo occidental de la serranía está cubierto discordantemente por capas del Oligoceno, sin evidencia cartográfica de falla.

En la península de La Guajira se reconocen dos estilos estructurales generales de diferente edad, representados por fallas de dirección N-NE a NE que corresponden a fallas de cabalgamiento y normales, cortadas y desplazadas por un sistema de fallas de dirección EW a NW-SE, y que conservan el tren estructural regional a lo largo de la península de La Guajira, Las fallas de dirección E-W son más jóvenes que el sistema regional N-NE y producen un movimiento compuesto tanto en el rumbo como en la vertical, son responsables del levantamiento, hundimiento y desplazamiento horizontal hacia el este de los bloques que conforman las diferentes serranías .

Durante el recorrido de campo se presentaron fallas en dirección **N-NE a NE** como:

4.3 SISTEMA DE FALLA COSINA

Renz (1956) define el Sistema de Fallas Cosinas como transcurrente, con dirección general N85°E, y desconoce su inclinación. Posteriormente, Rollins (1965) analiza la parte estructural del área de Cosinas y considera que el Sistema de Fallas Cosinas corresponde a un tren estructural de cabalgamiento longitudinal. Esta estructura se localizada en la parte suroriental del área de Cosinas, el extremo occidental de la falla está cubierto por sedimentos aluviales recientes y el extremo oriental está cubierta por calizas del Oligoceno. **(Figura 7)**

4.4 FALLA SIMARÚA

Esta estructura fue sugerida por Álvarez (1967), al tratar de correlacionar las rocas de las serranías de Simarúa y Jarara. La Falla Simarúa tiene una dirección N60°E

y una extensión de 26 km en la serranía de Simarúa; fue trazada por Álvarez (1967), al considerar las características litológicas a lo largo de su traza, que coloca en contacto neises y filitas con diferente grado de metamorfismo; además, se presenta metamorfismo retrógrado en una zona amplia de 2 km y algunos cizallamientos. En las serranías de Jarara y Macuira se considera que el contacto es fallado entre la Formación Jarara y el Grupo Macuira, y este contacto es la continuación de la Falla Simarúa, de acuerdo con las descripciones de Lockwood (1965) y MacDonald (1964).

La estructura que presente dirección **E-W a NW-SE** en la zona recorrida es:

4.5 FALLA DE CUIZA

Esta falla se extiende en dirección E-W a través de la parte norte de la península, corresponde al límite norte de la serranía de Cosinas, donde separa rocas metamórficas cretácicas, premesozoicas y sedimentos cenozoicos presentes en el bloque norte de la falla, de rocas metamórficas cretácicas, premesozoicas y sedimentos mesozoicos del área de Cosinas. La traza de la falla tiene una extensión aproximada de 80 km y se prolonga hacia el oriente a través del Golfo de Venezuela, cerca a la bahía de Cocinetas hasta el sureste del la península de Paraguaná (Rollins, 1965) El extremo occidental de la falla, en la península de La Guajira, está cubierto por depósitos recientes, y el extremo oriental, a pocos kilómetros del pueblo de Porchina, está cubierto por sedimentos del Oligoceno (Rollins, 1965) y la última estructura fue el **anticlinal invertido en la serranía de Cosinas** que se encuentra ubicado al sur de la falla de Cuiza.

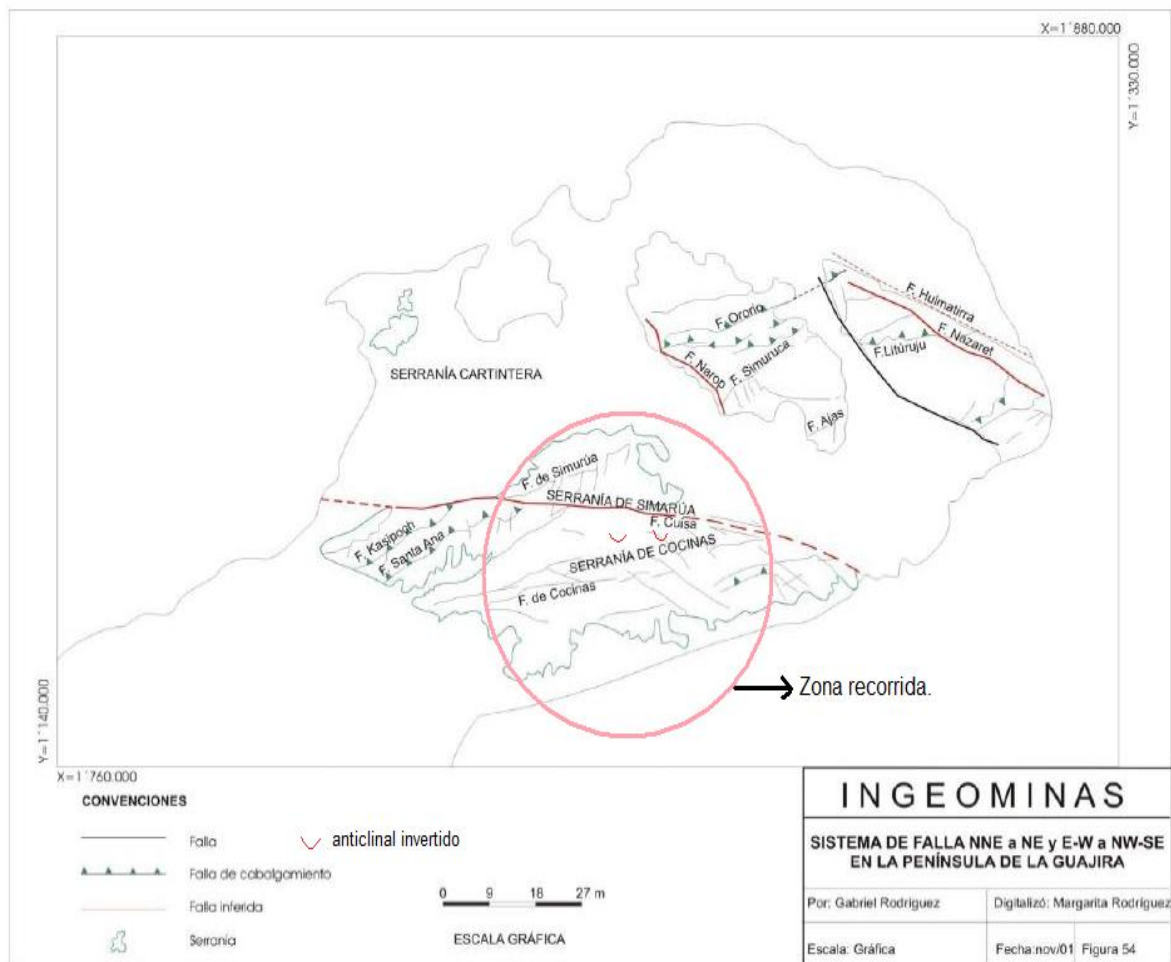


Figura 7. Mapa estructural del departamento de la Guajira, mostrando el sistema de fallas en la Serranía de Cosinas tomado de Ingeominas 2002

5. MARCO ESTRATIGRAFICO DE LA SERRANIA DE COSINAS

En la zona de estudio “La Serranía de Cocinas”, las unidades sedimentarias que afloran son desde el Precámbrico hasta lo más reciente que es el Cuaternario. Comprendiendo ambientes de depósitos continentales y marinos. A continuación la descripción de las formaciones presentes en este trabajo, la columna generalizada de la cuenca de la Guajira se observa **(Figura 8)**

	EPOCA	UNIDAD	ESPEJOR M
Q	HOLOCENO		
	PLEISTOCENO		
	PLIOCENO	Fm Gallinas	
Terciario	MIOCENO	Fm Castilletes	692
		Fm Jimol	940
		Fm Uitpa	342
	OLIGOCENO	Fm Siamana	302
	EOCENO	Fm Macarao	>253
	PALEOCENO		
CRETACICO	MAAST		
	CAMP	Fm Colón o Guaralamai	>500
	SAN		
	CON		
	TUR	Fm La Luna	79-130
	CEN	Fm Maraca	
	ALB	Gr Cogollo Inferior	>700
	APT		
	BARR	Fm Yaruma Sup	
	HAU	Fm Moina	50-350
	VAL	Fm Palanz	400-1300
BERR	Fm Ipapure	70	
JURASICO	SUP	Gr Cocinas Fm Jipi (coas) Fm Chinapa	50-200 664-1177
	MED	Fm Caju	992
	INF	Fm Cheterio	1285
TRIASICO	SUP	Fm Uitpana	>253
	INF	Fm La Quinta	

Figura 8 Columna estratigráfica generalizada de la cuenca la Guajira, tomado de Rangel y Ramírez 2002

5.1. PRECAMBRICO

5.1.1. Formación Macuira

Definida por Radelli (1962), constituidas por esquistos micáceos cuarzo feldespáticos con biotita , esquistos hornbléndicos feldespáticos y esquistos cloríticos. **(Figura 9)**

5.2. TRIASICO SUPERIOR

5.2.1 Formación Chinapa

Definida por Renz (1960) la formación Chinapa está constituida por areniscas de color pardo amarillento a pardo grisáceo y por conglomerados con algunas capas de shale de color gris en la parte inferior y calizas pardo amarillentas. Los conglomerados están constituidos por guijarros subangulares a subredondeados de granitos, Se encuentran bien cementados y forman capas masivas y resistentes que resaltan topográficamente (Rollins, 1965). Es espesor de esta unidad aunque no ha sido bien definida es asignada el triásico superior por su posición estratigráfica. **(Figura 9)**

5.3. CRETACICO INFERIOR

5.3 1. Grupo Yuruma:

Descrita por Renz (1956) define en el cerro Yuruma dos unidades, las cuales denomina Yuruma Inferior y Yuruma Superior y, posteriormente, en 1960, le

asigna el nombre de Formación Moina a la unidad Yuruma Inferior y Formación Yuruma al Yuruma Superior.

La formación Moina compuesta de calizas y shales margosos hacia la base un nivel intermedio de calizas margosas y margas y un nivel superior de calizas masivas. Esta suprayace la formación Yuruma superior está dividida en dos unidades, la inferior fosilífera de margas nodulares, calizas margosas y shales finalmente estratificados, y la superior de calizas.

Rollins (1965) plantea un ambiente marino poco profundo para la depósito del Grupo Yuruma; además, sugiere que por las variaciones presentadas en la litología de las formaciones que lo componen, el mar permaneció somero al momento de la depósito de la Formación Moina, mientras que para la Formación Yuruma Superior, el mar era más profundo y prevalecía un ambiente reductor que permitió el depósito de las calizas bituminosas negras. **(Figura 9)**

5.4. CRETACICO SUPERIOR

5.4.1 Grupo Cogollo

Según Rollins (1965): el grupo Cogollo se ha dividido en Formación Cogollo Inferior y Formación Maraca, la formación Cogollo inferior consta litológicamente, la Formación Cogollo Inferior está constituida principalmente por shales, limolitas arcillosas con calizas limo arenosas inter estratificadas; las calizas se caracterizan por su estratificación plana, el ambiente de depositación es marino moderadamente somero en condiciones reductoras; la formación Maraca está constituida por calizas de color pardo grisáceo a gris y gris azulado, masivas, densas que varían de microcristalinas a gruesas y con intercalaciones de shale

calcáreo blando de color gris. Las calizas fino granulares son fosilíferas, las de tonos claros presentan un débil olor a petróleo Rollins (1965), el ambiente de depositación es marino somero. Su edad se ha considerado Aptiano - Cenomaniano que presenta una importante facies areno- arcillosa descrita en varias localidades de la Serranía de Perijá. **(Figura 9)**

5.5. OLIGOCENO

5.5 1. Formación Siamaná

La Formación Siamaná fue definida por Renz (1960), está constituida por areniscas y calizas arenosas, de color anaranjado amarillento a pardo amarillento, calizas arrecifales, calizas margosas, margas y shales arcillosos de color gris claro a pardo amarillento, tiene un espesor de 430 m; Rollins (1965), fue depositada en una cuenca estrecha bajo condiciones marinas poco profundas que permitieron el crecimiento de los arrecifes de corales y la presencia de moluscos. La presencia de foraminíferos. Indican condiciones de ambiente marino de baja profundidad. **(Figura 9)**

5.6 CUATERNARIO

Están representados por depósitos causados por la corta transgresión marina que cubrió las partes bajas de la Guajira estos depósitos continentales están constituidos por Abanicos aluviales, depósitos coluviales y terrazas de aluviones. Son depósitos de abanico del Pleistoceno-Holoceno.

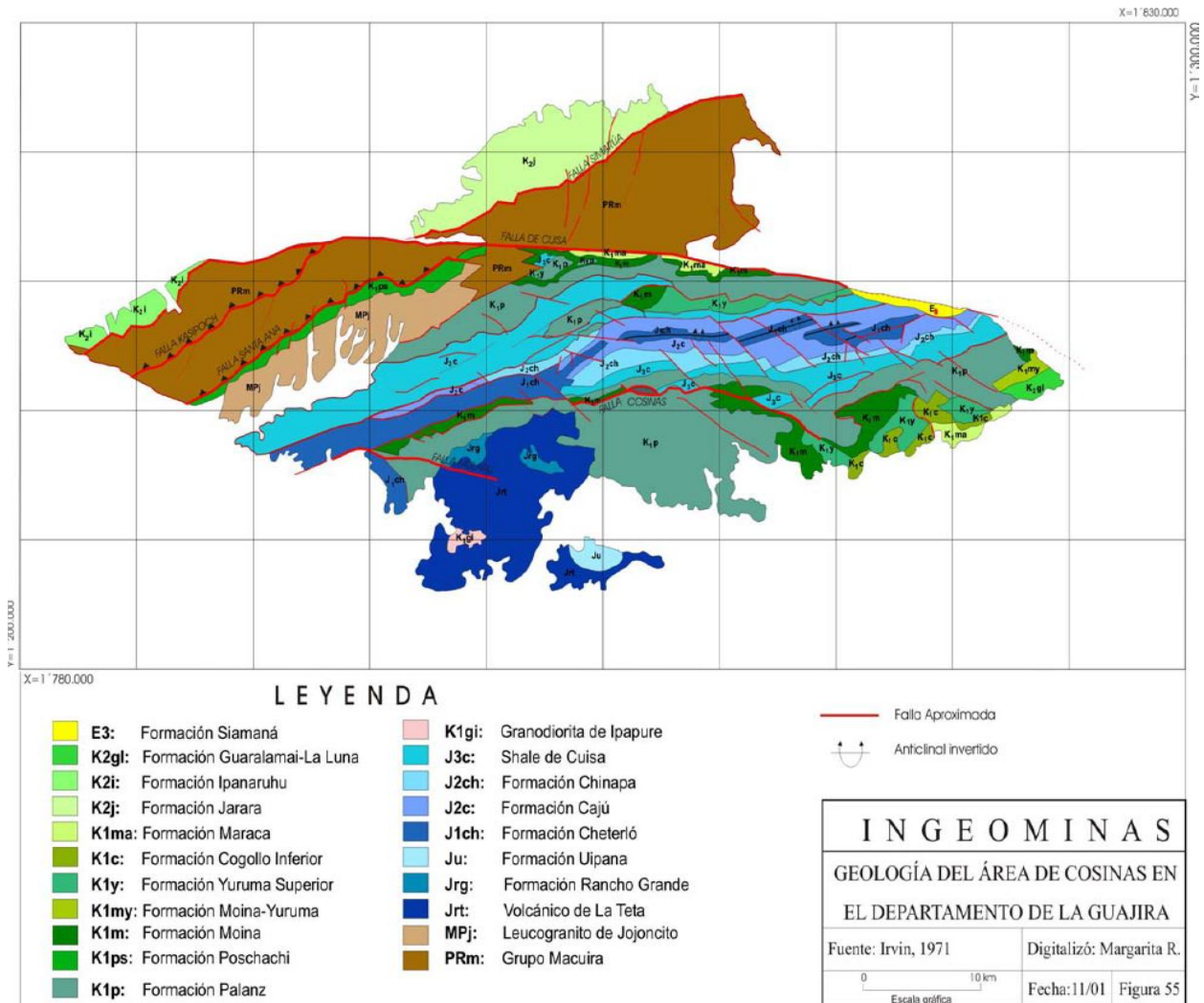


Figura 9 Geología área de Cosinas del departamento de la Guajira, tomado de Ingeominas 2002.

6. METODOLOGIA

6.1 TOMA DE MUESTRAS:

La realización de este proyecto de investigación se tomó las muestras teniendo en cuenta la posición estratigráfica ya que en esta área de estudio se presentan rocas sedimentarias de edad jurásica y cretácica las cuales son de gran importancia en la generación de hidrocarburos para desarrollar estudios de la evolución térmica de la zona recorrida.

Para localizar estas muestras fue con la ayuda de los mapas topográficos de la península de la Guajira con una escala de 1:100000 y el GPS calibrado al sistema de coordenadas de origen Colombia Este central **figura 10**

Se tomaron 27 muestras que fueron nombradas según el número de la estación y el número de la muestra, por ejemplo si estaba en la estación 9 y era la tercera muestra tomada en esa estación de nombre de la siguiente manera: E9M3. **Figura 10**

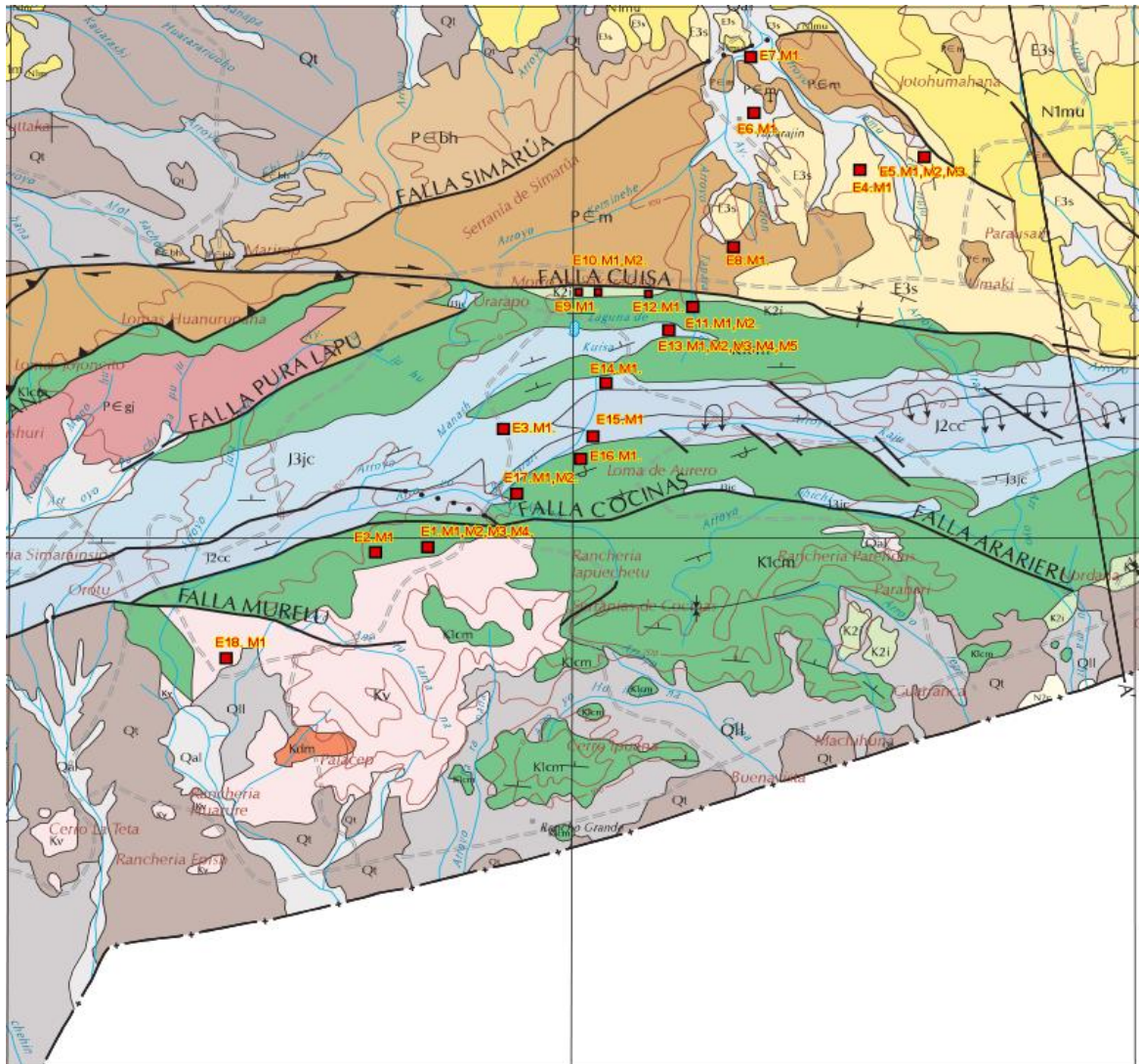


Figura 10. Mapa de localización de estaciones y muestras

6.2 PREPARACION DE MUESTRAS:

De las muestras tomadas se conservó la mitad de cada una de ellas como testigo y la otra fue preparada para realizar los análisis de Ro y sección delgada.

6.2.1 Preparación de la muestra para Ro:

Para la realización de los análisis de reflectancia de vitrinita la muestra triturada se pasó por los tamices 20 y 30 y se tomaron aproximadamente 10 gr. Retenidos en el tamiz 30; con la muestra tamizada se llenaron los moldes con un tercio de la muestra y dos tercios de resina epóxica (1:4) después de 24 horas se desmoldaron y fueron pulidas utilizando la pulidora automática Wurtz.

6.2.2 Preparación de muestra para sección delgada:

Las muestras fueron enviadas al ICP para una mayor efectividad en los resultados al describirlas.

6.3 DESCRIPCION PETROGRAFICA:

La descripción petrográfica de las muestras macroscópicas se utilizó lupas marca Nikon y se clasificaron siguiendo la metodología de las rocas calcáreas según Folk (1974) y Dunham (1978).

La descripción petrográfica de las secciones delgadas se utilizó microscopio de luz transmitida marca NIKON con objetivo de 40X y para la clasificación de las muestras se siguió la metodología según Folk (1973).

6.3.1 Análisis de reflectancia de vitrinita (Ro)

La reflectancia de vitrinita es un parámetro que indica la madurez termal de las rocas, las medidas de la reflectancia de vitrinita se tomaron empleando un microscopio de la luz reflejada Zeiss Modelo MTM400. Para la toma de los datos de reflectancia se utilizaron objetivos de inmersión de 20 y 50 y oculares de 10

aumentos. La calibración del instrumento se realizó con un estándar de 1.710. El método para la toma de los datos de Ro sigue la norma ASTM.

6.3.2 Modelamiento geoquímico1D.

Para el modelamiento geoquímico se tuvo en cuenta:

- Historia de subsidencia: se reconstruye a partir de datos de espesores y edades de unidades litoestratigráficas o formaciones. la formación se obtuvo del mapa geológico de Ingeominas 2002, y de información de pozos de la base de datos del EPIS. (exploración y producción de la información de servicio.)
- Diagrama Tiempo – temperatura: se construyó con base a la historia de subsidencia y con información de flujo de calor y conductividades térmicas de las diferentes unidades litoestratigráficas.
- Calculo del moldeamiento Geoquímico: este se calcula empleando el método cinético según Tissot et al., 1987 y Welte et al., 1981, el cual tiene en cuenta la cinética de generación de hidrocarburo a partir de diferentes tipos de kerógeno.

7. RESULTADOS

Los siguientes datos fueron los resultados del estudio de las muestras traídas en campo para el desarrollo del modelamiento geoquímico y la historia termal de la serranía de cosinas. En la **Figura 11** se muestra las muestras tomadas en cada estación con su respectiva formación.

7.1 PETROGRAFIA

		EPOCA	UNIDAD	ESPESOR M	MUESTRAS TOMADAS
Terciario	Q	HOLOCENO			
		PLEISTOCENO			
		PLIOCENO	Fm Gallinas		
	MIOCENO		Fm Castilletes	092	
			Fm Jimol	940	
			Fm Uitpa	342	
			Fm Siamana	302	E5M1, E5M2 Y E5M3
	OLIGOCENO		Fm Macarao	>253	
	EOCENO				
	PALEOCENO				
CRETACICO	MAAST				
	CAMP		Fm Colón o Guaralamai	>500	
	SAN				
	CON				
	TUR		Fm La Luna	79-130	
	CEN		Fm Maraca		E9M1, E10M1, E10M2, E12M1
	AIB	Gr Cogollo	Fm Cogollo	>700	
			Inferior		
	APT				
	BARR				
	HAU	Gr Yurumá	Fm Yurumá sup		E1M1, E1M2, E1M3, E1M4, E2M1, E4M1, E11M1, E11M2, E16M1, E17M1 Y E17M2
	VAL	Gr Yurumá	Fm Moina	50-350	
	BERR		Fm Palanzano	400-1300	
		Fm Ipapure	70		
TRIASICO JURASICO	SUP	Gr Cosinas	Fm Jipi (sup)	50-200	E3M1, E13M, E13M2, E13M3, E13M4, E13M5, E14M1 y E 15M1
	MED		Fm Chinapa	664-1177	
			Fm Caju	992	
	INF		Fm Chataria	1285	
	SUP		Fm Uitpana	>253	
INF		Fm La Quinta			

Figura 11. Estratigrafía con sus respectivas muestras tomadas

La descripción de las formaciones según las muestras analizadas es de la siguiente manera:

FORMACION CHINAPA:

En esta formación se tomaron ocho muestras las cuales son areniscas de grano fino, compuestas de: 20% cuarzo, 5% feldespatos y 70% fragmentos de roca; y calizas intraesparíticas. **Figura 11 y 12**

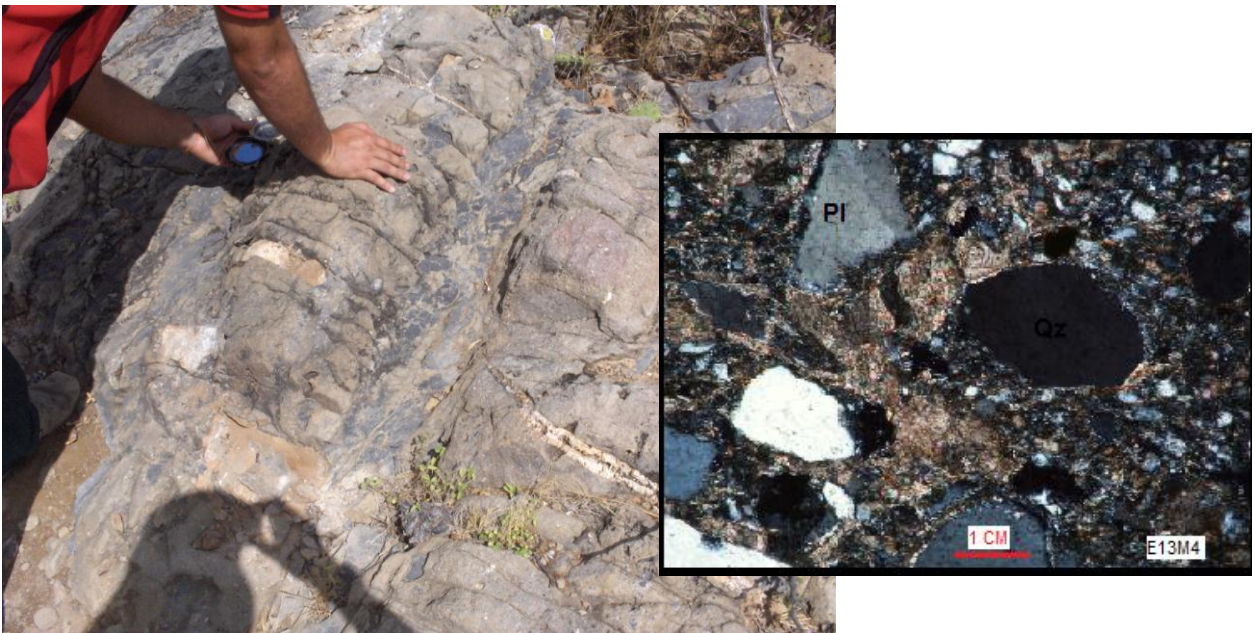


Figura 12. intercalación de areniscas y calizas de la Formación Chinapa con una muestra de sección delgada denominada arcosa lítica.

GRUPO YURUMA:

En este sector se tomaron 8 muestras las cuales están caracterizadas por la presencia de rocas calcáreas compuestas de 70% de micrita, 20% de esparita, y 10% de intraclastos como calcita cuarzo y plagioclasa, con reemplazamiento de calcita **figura 11 y 13.**

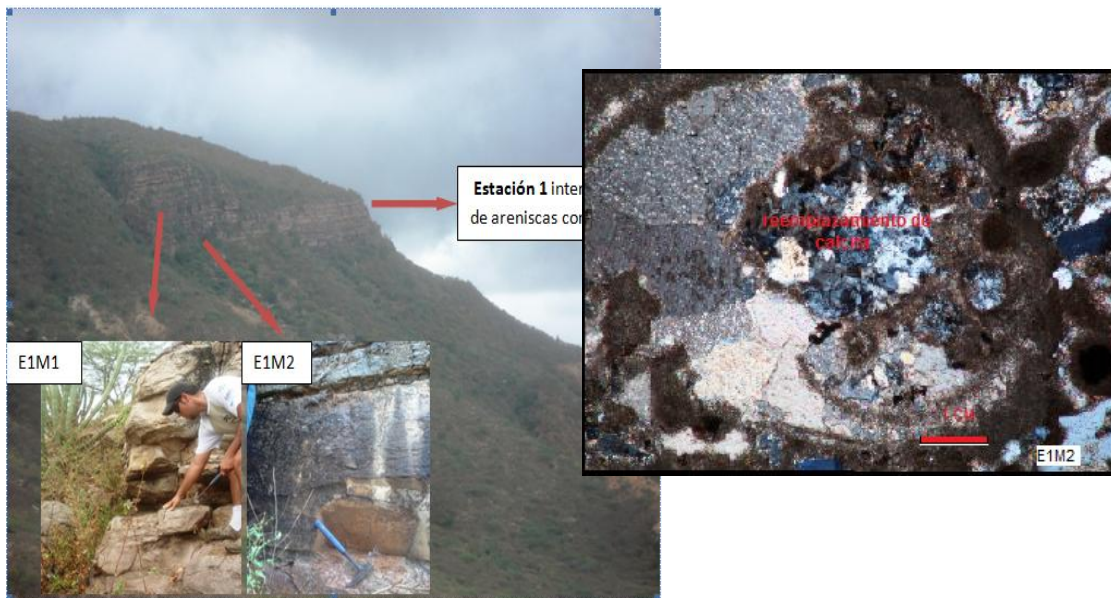


Figura 13 Panorámica y secciona delgada del Grupo Yuruma denominada, mudstone.

GRUPO COGOLLO:

En este sector se tomaron 4 muestras las cuales son calizas intramicriticas compuestas 65% micrita, 20% esparita y 15% de intraclastos compuestos de cuarzo y plagioclasa y calcita. **Figura 11 y 14**

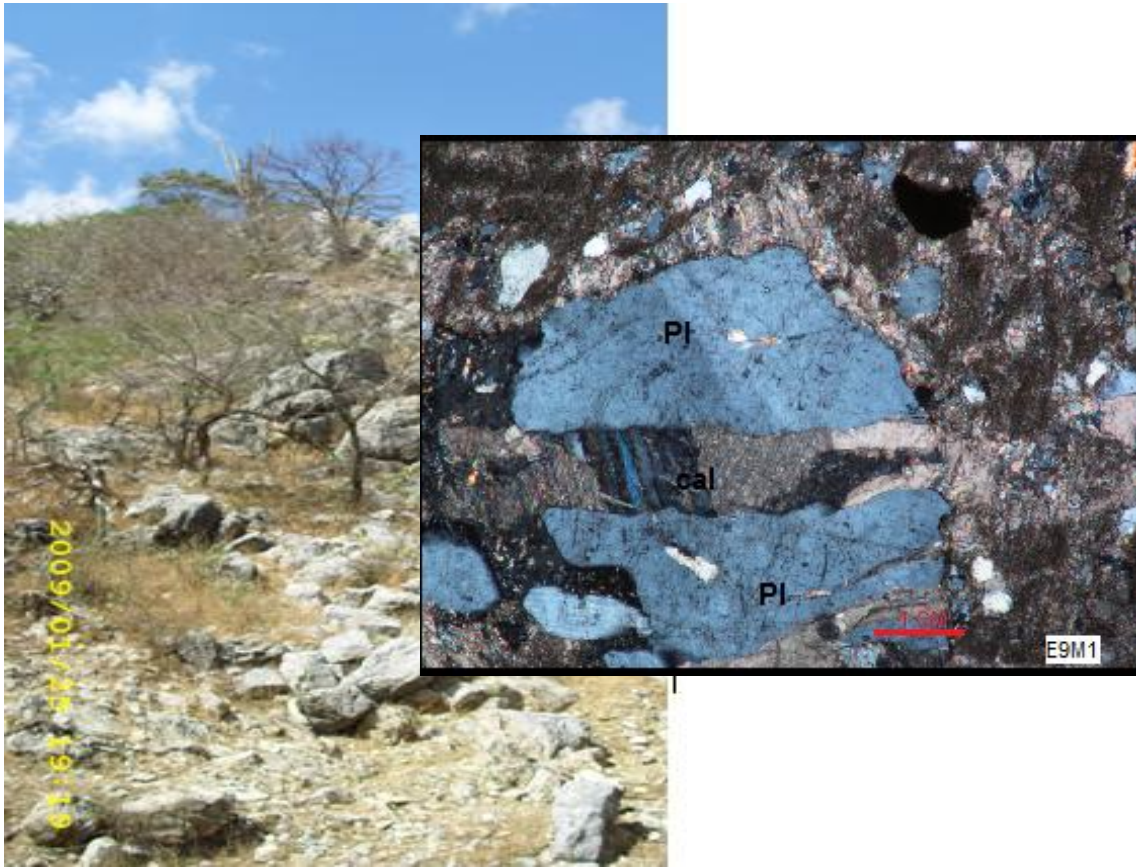


Figura 14 calizas intramicriticas del grupo cogollo con su respectiva sección delgada.

FORMACION SIAMANA:

En este sector se tomaron 3 muestras que son areniscas de de grano fina y caliza intramicritica compuestas de 15% micrita, 5% de esparita y 80% de intraclastos como cuarzo, plagioclasa, y calcita con fragmentos de concha con reemplazamiento calcáreo **figura 11 y 15**

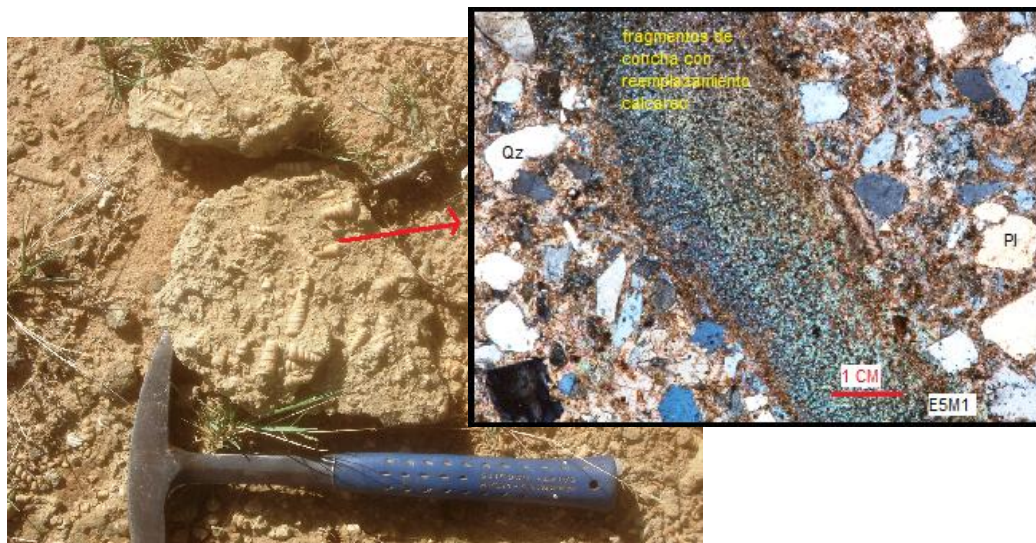


Figura 15 Afloramiento de la Formación Siamana la sección delgada denominada gravuaca feldespática.

CUATERNARIO

Depósitos cuaternarios de tipo aluvial y en las zonas aledañas, diques de basaltos con venas de cuarzo, se tomó una muestra. **Figura 16**



Figura 16 Afloramiento de basaltos en zonas aledañas de depósitos del cuaternario

7.2 CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE LA ROCA FUENTE

Las rocas fuente de hidrocarburos se caracterizan por 3 parámetros: calidad de la materia orgánica analizado por el carbono orgánico total, cantidad de materia orgánica que consiste en el tipo de kerógeno identificado mediante el índice de hidrogeno y grado de madurez termal que se obtiene de la temperatura máxima. Las tablas 1 y 2 relacionan los resultados teniendo en cuenta los parámetros ya mencionados.

En el sector de la serranía de Cosinas se analizaron las calizas ubicadas en el Cretácico de las formaciones del Grupo Yuruma y Cogollo, (**ver figura 10 y tabla 1**)

FORMACION	DESCRIPCION	TOC	TMAX	HI
Grupo Yuruma	intramicrita	0,07	448	35,01
Grupo Yuruma	intramicrita	0,13	400	79,73
Grupo Yuruma	intramicrita	0,12	414	23,21
Grupo Cogollo	intramicrita	0,04	461	55,55

Tabla 1 Parámetros analizados para las rocas del Cretácico.

La madurez termal se midió por medio de la reflectancia de vitrinita obteniéndose una tendencia de incremento hacia la base en general. (**tabla 2**)

EDAD	FORMACION	% Ro	Desv. Estándar
PALEGENO OLIGOCENO			
E5M3	Fm Siamana	1,08	0,18
CRETACICO SUPERIOR			
E10M1	Grup Cogollo	1,18	0,23
E10M2	Grup Cogollo	1,18	0,15
E16M1	Grup Cogollo	1,21	0,24
E9M1	Grup Cogollo	1,19	0,28
CRETACICO INFERIOR			
E11M1	Grup Yuruma	1,24	0,15
E1M2	Grup Yuruma	1,28	0,18
E17M1	Grup Yuruma	1,31	0,29
JURASICO SUPERIOR			
E3M1	Fm Chinapa	1,4	0,19
PRECAMBRICO			
E8M1	Fm Macuira	1,57	0,20

Tabla 2 Datos de reflectancia de vitrinita (%Ro)

Para las muestras del cretácico (Grupo Cogollo y Grupo Yurmua), se evaluó el contenido promedio de la materia orgánica varía entre 0,045 – 1,138, % TOC respectivamente, catalogándola como pobre a regular. **(Figura 17)**

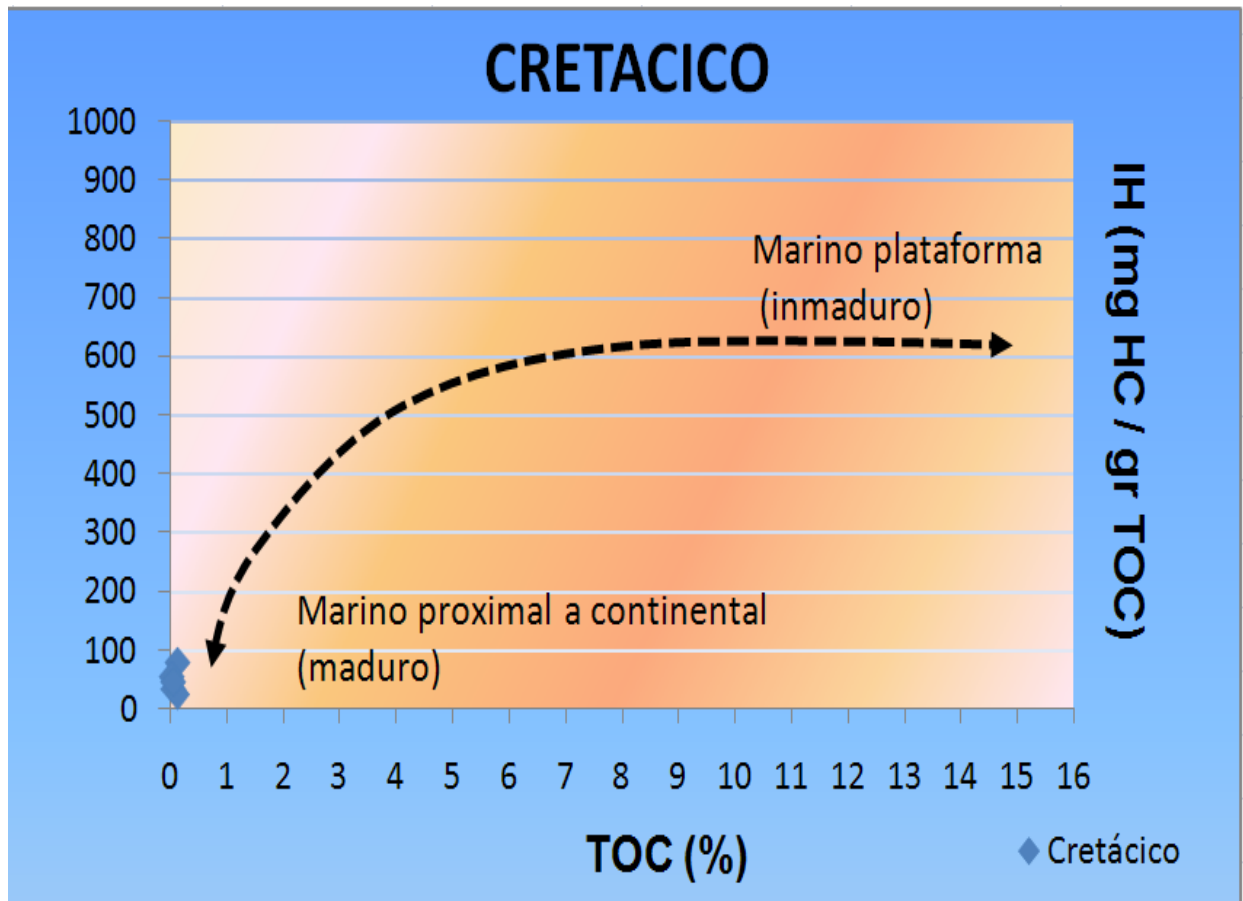


Figura 17 relación entre TOC V.s HI

Con relación al ambiente de depositación de la materia orgánica presenta un porcentaje entre 1 – 1,35 %, lo cual indica su estado maduro, la relación %TOC V.s HI, sugiere un ambiente de depositación de la materia orgánica marino proximal a continental, correspondiendo a un kerógeno tipo III. **(Figuras 17 y 18)**

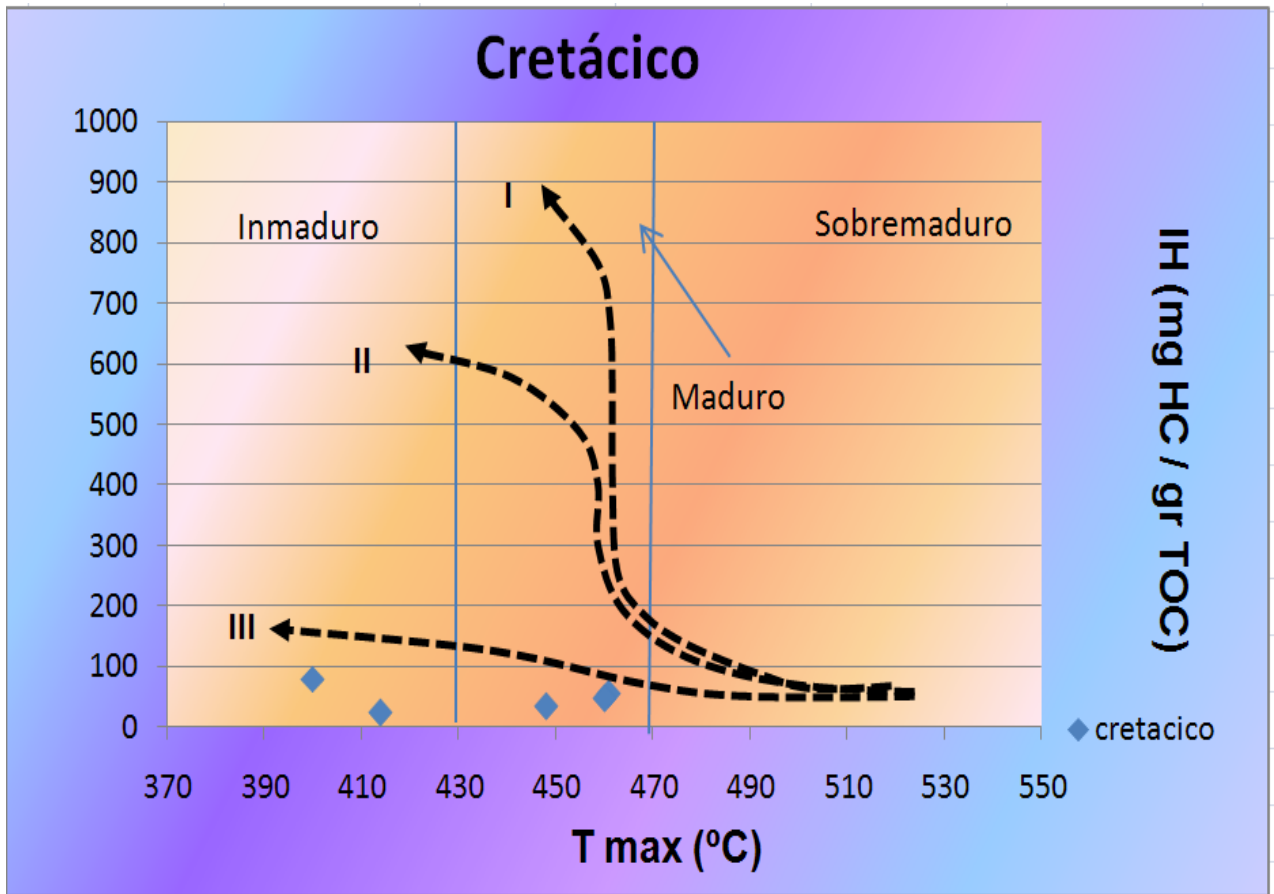


Figura 18 relaciones Tmax Vs. HI

Los valores de Tmax para el Cretácico indican tasas bajas de transformación de la materia orgánica y una baja madurez termal **figura 18**

7.3 MODELAMIENTO GEOQUIMICO

Para el modelamiento geoquímico se utilizó el software Petromod 1D, se utiliza para extrapolar los resultados de los estudios petrográficos, estudiando la compactación y descompactación de las rocas y el flujo de calor.

Se analizó en la zona de la serranía de Cosinas, el comportamiento individual de los indicadores de madurez los procesos de generación, migración y expulsión de fluidos, generando un modelo 1D. **Figura 23**

Se emplearon los datos tomados en campo como las formaciones con sus respectivas profundidades, los datos analizados en el laboratorio como la reflectancia de la vitrinita, **(tabla 2)** y el flujo de calor, el cual fue tomado de la tesis de Ramírez 2007

RECONSTRUCCION DE LA HISTORIA DEL SUBSUELO

Para la reconstrucción de la historia del subsidencia se elaboraron graficas de temperatura V.s profundidad **(figura 19)** y reflectancia de vitrinita V.s profundidad **(figura 20)** respectivamente, estas graficas se realizaron con los datos tomados en campo y con los análisis geoquímicos realizados a las muestras recolectadas. **(Tabla 1 y 2).**

A nivel de madurez se tienen dos rangos basados en el porcentaje de Ro: madura, Ro entre 1 y 1.35%; y, sobremadura, Ro desde 1.35% en adelante. **(Figura 19 y tabla 2).**

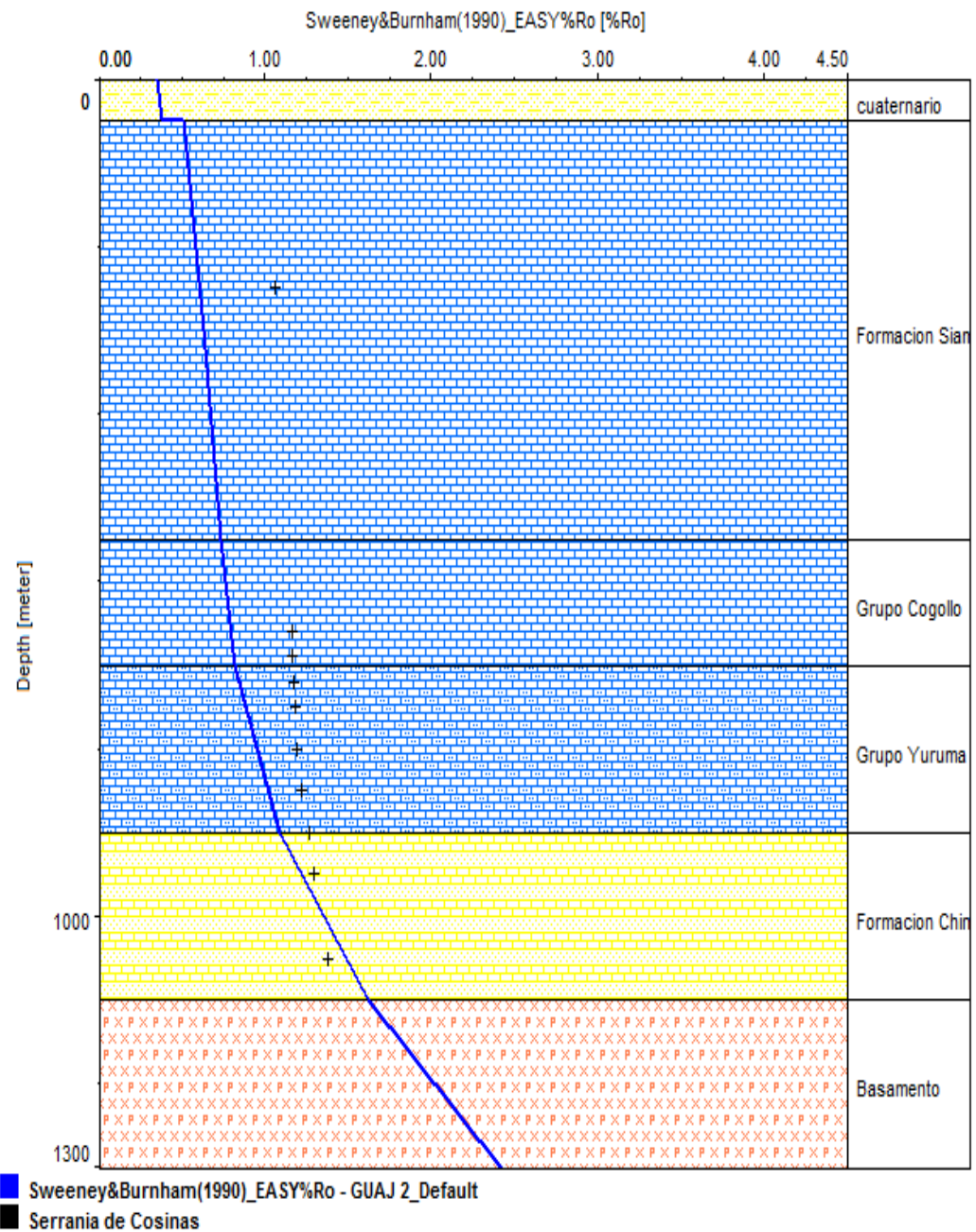


Figura 19 Calibración del modelo de datos del porcentaje de reflectancia de vitrinita (%Ro) de la serranía de cosinas; los grupos yuruma y Cogollo se indican un estado maduro.

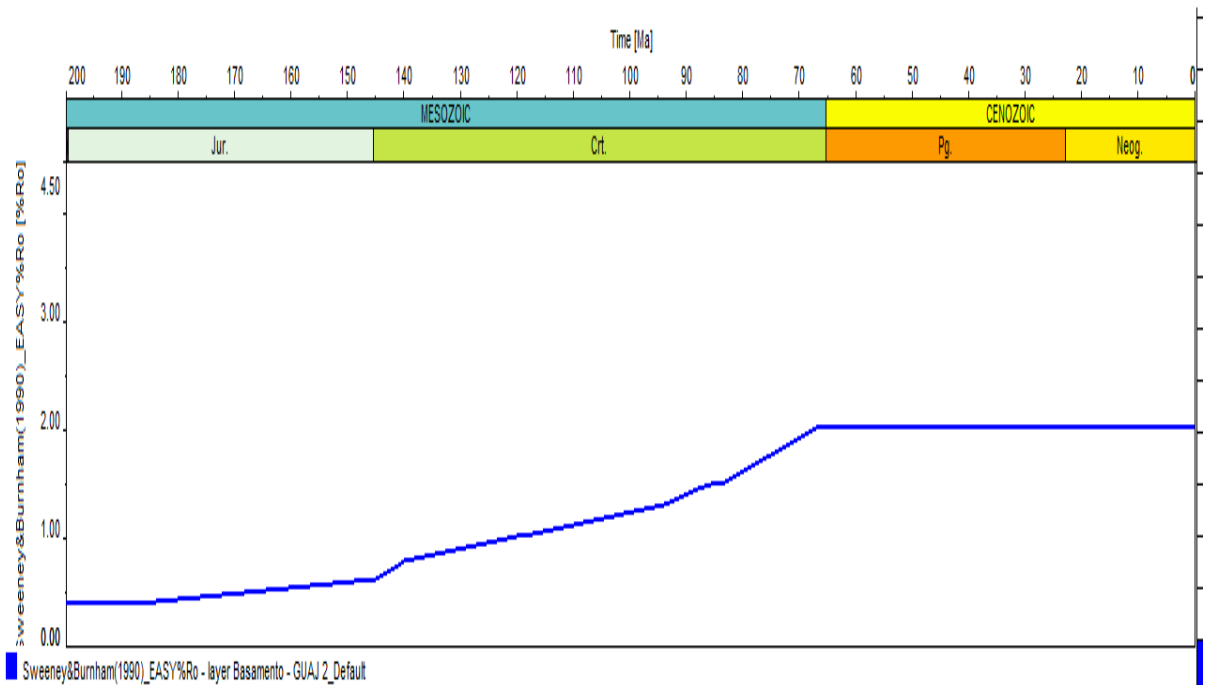


Figura 20 reflectancia de vitrinita Vs. tiempo,

La línea azul en la figura 20, indica que la reflectancia de la vitrinita durante el jurasico va aumentando muy lentamente, a principio del cretácico la reflectancia de la vitrinita llego a su pico máximo, cuando llega a finales del cretácico la reflectancia de vitrinita se estabiliza y la cuenca se enfría por causa de erosión de las formaciones Uitpa, Jimol, Castilletes y Gallinas.

En los diagramas de subsidencia se muestran las variables, temperatura (**figura 22 temperatura vs. profundidad**), reflectancia de vitrinita, (**figura 23, variación de Ro vs. Profundidad y tiempo**) y el diagrama de subsidencia (**figura 21, profundidad vs. edad**) en función de la profundidad de enterramiento y la edad de depositación de cada una de las unidades de la roca.

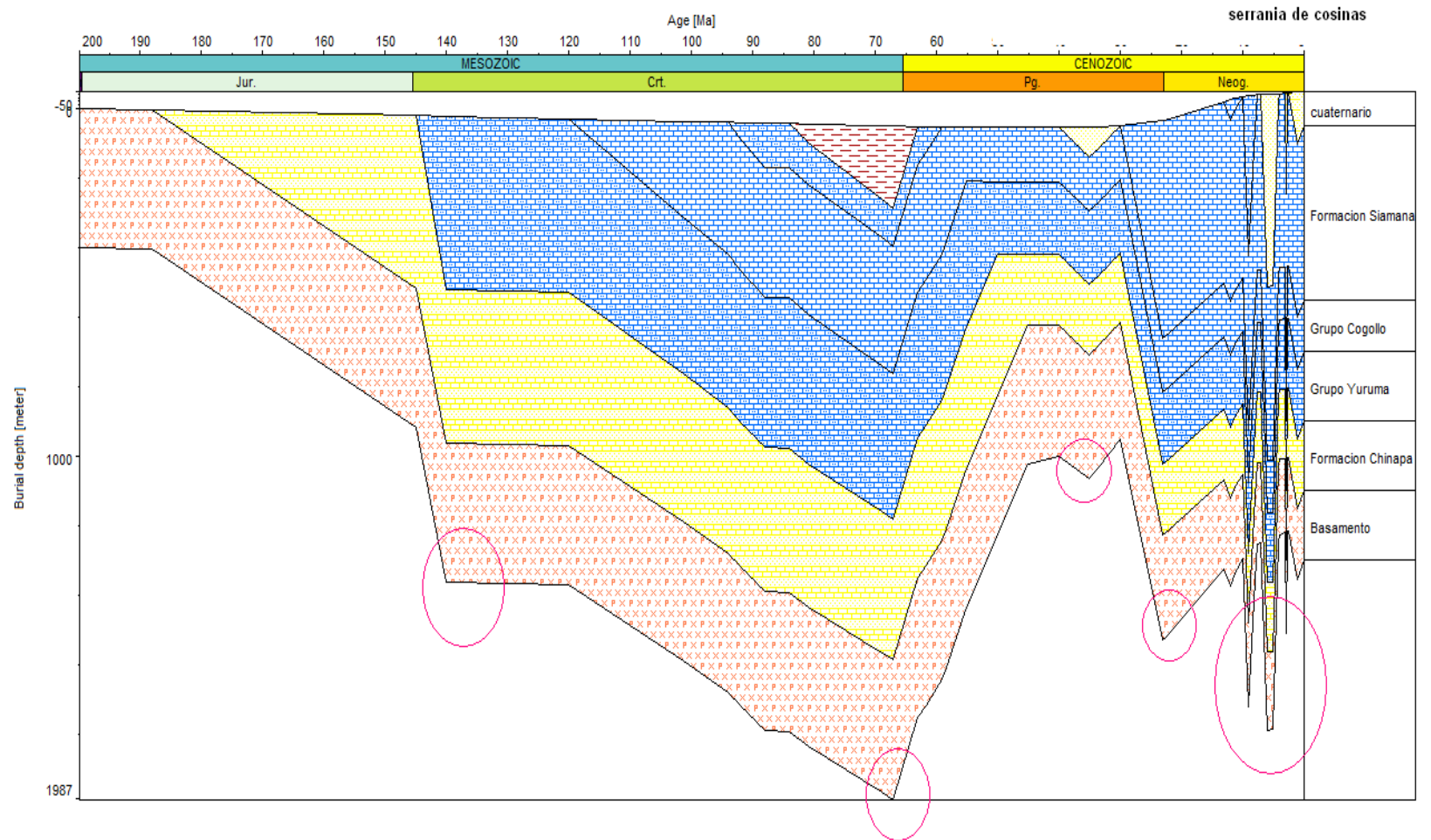


Figura 21 Diagrama de subsidencia con respecto a la profundidad y la edad, los círculos rosados muestran los eventos erosivos

Según el **diagrama de subsidencia (figura 21)** de la Serranía de Cosinas se observa que a finales del jurasico Formación Chinapa comienza a depositarse (150 Ma), luego se deposita el Grupo Yuruma hace 145 M.a. Seguido de un hiato de aproximadamente 20 M.a.

El Grupo Cogollo inicia su depositación hace 120 Ma y su erosión comienza a finales del cretácico la cual es bien marcada.

Luego desde el 50 a 45 Ma se presenta un pequeño hiato.

La Formación Macarao comienza a depositarse hace 45 Ma y su erosión va desde hace 36 a 30 Ma.

Luego se deposita la Formación Siamaná desde hace 30 Ma y se erosiona desde el 23 a 13 Ma.

En el Neógeno ocurre un levantamiento del nivel del mar produciendo una depositacion rápida las Formaciones:

- Uitpa
- Jimol
- Castilletes
- Gallinas

Generando una erosión desde hace 9 Ma hasta la actualidad.

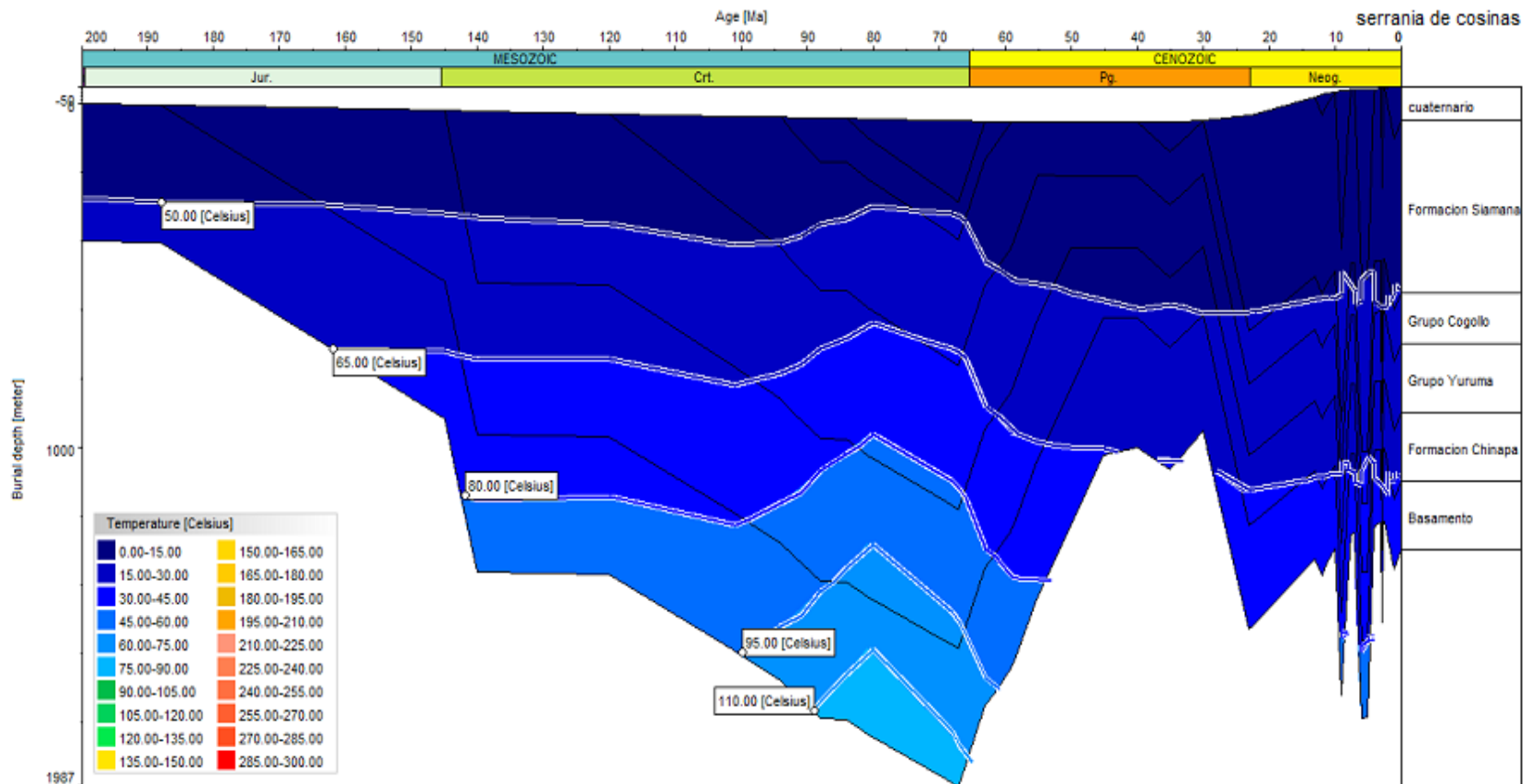


Figura 22 temperatura (°C-Celsius) V.s profundidad y tiempo; el tope del basamento de la Serranía de Cosinas, presenta ciertos cambios de temperatura, durante el Jurasico la temperatura fue aumentando constantemente hasta los 60°C aproximadamente, luego en el cretácico aumentó la temperatura hasta los 70°C aproximadamente , se mantuvo constante aproximadamente durante 20 °C, después sufrió un cambio constante hasta llegar a los 100°C aproximadamente alcanzando su mayor pico de temperatura; durante el Paleógeno se enfrió hasta llegar a los 63°C aproximadamente, manteniéndose constante aproximadamente 15 M.a, luego la temperatura volvió a aumentar hasta llegar 72°C aproximadamente finalmente en el Neógeno ha sufrido ciertos cambios que oscilan desde los 70°C a 65°C aproximadamente.

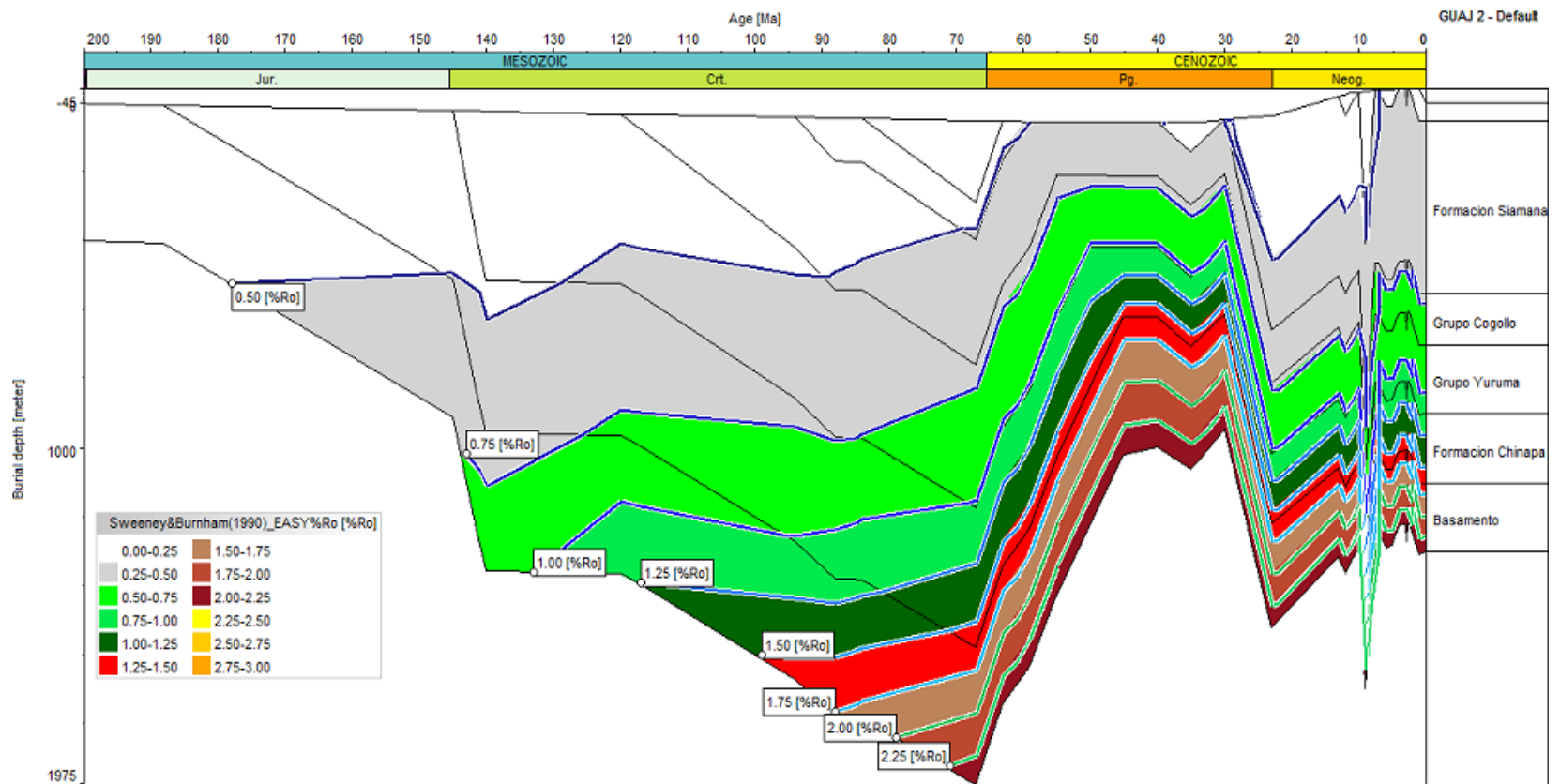


Figura 23 variación de reflectancia de vitrinita (%Ro) Vs. profundidad y tiempo, Los valores de reflectancia de vitrinita (%Ro) calculados mediante el software para el Grupo Cogollo fue entre (0.75 - 1) y los medidos fue entre (1.18 – 1.20), los valores de %Ro calculados mediante el software para el Grupo Yuruma (1 – 1.25) y los medidos fue entre (1.24 – 1.31) indicando una correspondencia a las paleotemperaturas de la serranía de cosinas.

El diagrama de subsidencia (**figura 20**) del sector de la serranía de Cosinas muestra la depositación de la formación Chinapa presente a finales del Jurásico y su erosión a principios del Cretácico, luego sufre la depositación del Grupo Yuruma hace 145 M.a y se erosiona a finales del Cretácico, la formación Maracao se deposita hace 47 M.a y se erosiona hace 30 M.a, seguido de la depositación formación Siamana hace 30 M.a y por última debido a un levantamiento del nivel del mar las formaciones Uitpa, Jimol, Castilletes y Gallina se depositaron y se erosionan desde hace 9 M.a

Debido a que se encuentra una producción de gas termogénico el posible sistema petrolífero en este sector es de la siguiente manera: la roca fuente de gas termogénico son las calizas del grupo Yuruma y Cogollo; la roca reservorio son las areniscas de la formación Siamana. **Figura 10**

El modelamiento geoquímico 1D (**figura 23**) el pseudopozo ubicado en x: 1.240.000 y en Y: 1.780.000, fue calibrado con los datos de Ro, TOC, Tmax, HI, los resultados indican que las rocas del Cretácico alcanzaron una madurez termal pero no tuvo el suficiente Ro para la generación del aceite Si no para la generación de kerógeno tipo III (gas termogénico); esto indica que la ventana de generación del Grupo Cogollo va desde hace 78 M.a y la ventana de generación del Grupo Yuruma va desde hace 75 M.a.

8. CONCLUSIONES

1. Según el análisis de la Reflectancia de la vitrinita (**tabla 2**) en el cretácico se encuentran el Grupo Cogollo y Grupo Yuruma, las rocas de estos dos grupos presentan un porcentaje entre 1-1.35 %Ro lo cual indica que esta en un estado maduro, pero mirando los resultados de la (**tabla 1**) indica que estas rocas, alcanzaron a generar fue kerógeno tipo III.
2. Según el modelamiento geoquímico (**figura 23**) la roca fuente de gas termogénico son las calizas del grupo Yuruma y Cogollo; la roca reservorio son las areniscas de la formación Siamana.
3. Según el modelamiento geoquímico (**figura 23**) el Grupo Yuruma entró en ventana de generación de gas termogénico desde hace 78 M.a y el Grupo Cogollo entró en ventana de generación de gas termogénico desde hace 75 M.a.
4. El modelamiento termal de la Serranía de Cosinas (**figura 23**) está calibrado con respecto a la reflectancia de la vitrinita (%Ro) y es indicativo de las paleotemperaturas entre el Mesozoico y el Cenozoico.
5. El tope del basamento de la Serranía de Cosinas (**figura 22**) presenta ciertos cambios de temperatura, durante el Jurasico la temperatura fue aumentando constantemente hasta los 60°C aproximadamente, luego en el cretácico aumentó la temperatura hasta los 70°C aproximadamente , se mantuvo constante aproximadamente durante 20 °C, después sufrió un cambio constante hasta llegar a los 100°C aproximadamente alcanzando su mayor pico de temperatura; durante el Paleógeno se enfrió hasta llegar a los 63°C aproximadamente, manteniéndose constante aproximadamente 15 M.a, luego la temperatura volvió a aumentar hasta llegar 72°C aproximadamente

finalmente en el Neógeno ha sufrido ciertos cambios que oscilan desde los 70°C a 65°C aproximadamente.

REFERENCIAS CITADAS

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS 2009, Evolución Termina de la subcuena la Baja Guajira, 138 p

ALEMAN, A. and RAMOS, V., 2000. Northern Andes, in Cordani, U., Milani, E., Thomz, A. and Campos, D., (edit.), Tectonic evolution of South America, 31st Internatinal Geological Congress. Rio de Janeiro - Brazil, p 453 - 480.

ÁLVAREZ, W. 1967. Geology of the Simarua and Carpintero areas, Guajira Peninsula, Colombia. Tesis Ph.D., Princeton Univ., 168 p.

BAUDIN, F., 1995. Depositional control on Mesozoic source rocks in the Tethys, in Huc, A. (edit.), Paleogeography, paleoclimate, and source rocks. AAPG Studies in Geology N° 40, p 191 - 212.

DUNHAM, R. J., 1978. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. Pag 1-22

Burke, K., 1988, Tectonic evolution of the Caribbean: Annual Review of Earth and Planetary Sciences, v. 16, p. 210-230

FOLK, R.L., 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphills, Austin Tex., 170 p.

HAQ, U., HARDENBOL, J., y VAIL, P., 1987. Cronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. Science, Vol. 235., p 1156 - 1167.

INGEOMINAS 2002. Mapa geológico del departamento de la Guajira, geología recursos minerales y amenazas potenciales vol. 2, 259 p

INGEOMINAS, 2005. Evolución Tectónica de la Región Caribe de Colombia. Bogotá. Colombia, 50 p

INGEOMINAS, 2006. , Mapa Geológico de Colombia, Escala 1:2'800.000, 1ra Edición.

LOCKWOOD, J. P. 1965. Geology of the Serranía de Jarara Area. Guajira Península, Colombia.

Tesis PhD, Princeton Univ. 237 p.

MacDONALD, W. D. 1964. Geology of the Serrania de Macuira Area, Guajira Peninsula,

Colombia. Tesis Ph.D., Princeton Univ., 167 p.

RADELLI, L. 1962. Las dos granitizaciones de la Península de La Guajira (Norte de Colombia). U. Nal., Geol. Col., (1):5-19. Bogotá.

RENZ, O. 1956. Cretaceous in Western Venezuela and the Guajira (Colombia). 20 Congr. Geol. Internat., 11 figs., manuscrito. México.

RENZ, O. 1960. Geología de la parte sureste de la Península de La Guajira (República de Colombia). Bol. Geol., Publ. Esp., 1(3):317-349. Venezuela.

ROLLINGS, J. F. 1965. Stratigraphy and structure of the Guajira Peninsula, northwestern Venezuela and northeastern Colombia. Univ. Nebraska Studies, New Ser., 30:1-1102.

Tissot, B. P., Pelet, R., 1987. Thermal History of Sedimentary Basins and Kinetics of Oil and Gas Generation. Boletín de American Association of Petroleum Geologists AAPG, v. 71, N° 12, pp. 1445 – 1466.

Welte, D. H., 1981. Petroleum Origin and Accumulation in Basin Evolution - A Quantitative Model. Boletín de American Association of Petroleum Geologists AAPG, v. 65, N° 8, pp. 1387 – 1396.

ANEXO

ANEXO. A.

Descripción macroscópica

ESTACIONES	MUESTRAS	COORDENADAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	CLAS. SEGÚN FOLK	CLAS. SEGÚN DUNHAM
ESTACION 1	E1M1	X: 1.242.873	Y: 1.797.114	Arenisca	arenisca muy gruesa con guijarros su forma es no esférica de matriz arenolodosa y porosidad primaria compuesta por 53%de Qz, 15% de fld, 30% Fry 2% de accesorios	litarenita feldespática	
	E1M2			Caliza	contiene el 70% de alquímicos, 10% de micirta, 20% de esparita,	Roca aloquímica esparítica.	Mudstone lodosoportada
	E1M3			Arenisca	Arenisca de tamaño Arena muy gruesa a guijas, redondeado a subredondeado pobremente calibrado, Matriz: areno lodosa y Porosidad: primaria compuesta por Qz: 55%, Feld: 10%, Fragmentos de roca: 30 % y Accesorios 5%.	Arenisca grano grueso con clastos.	
	E1M4			Arenisca	Arena muy gruesa a guijas, partículas redondeado a subredondeado, mal calibrado, Fabrica Intermedia Matriz areno lodosa y Porosidad	litarenita feldespática	

ESTACIONES	MUESTRAS	COORDENADAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	CLAS. SEGÚN FOLK	CLAS. SEGÚN DUNHAM
					primaria, compuesta por: Qz 60% , FI 15%, Fragmentos de roca 20 % y Accesorios 5%		
ESTACION 2	E2M1	X: 1.245.220	Y: 1.799.973	Caliza	Caliza con Intraclastos 30%, Micrita 45% y Esparita. 25%	intramicrita.	Wackestone
ESTACION 3	E3M1	X: 1.251.070	Y: 1.810.798	Caliza	Caliza compuesta de: Intraclastos: 25%, Micrita: 42% y Esparita. 28%	intraesparita	Wackestone
ESTACION 4	E4M1	X: 1.263.842	Y: 1.814.776	Caliza	Caliza compuesta de: Intraclastos: 80%, Micrita: 15% y Esparita. 5%	: Intramicrita.	Packstone
ESTACION 5	E5M1	X: 1.262.449	Y: 1.817.136	Arenisca	Arena de grano muy fino, Forma de las partículas angulares y subangulares, bien calibrado, grano soportada, Matriz lodosa y Porosidad primaria compuesta por: Qz 40%, Feld 55 %, y Fragmentos de roca 5 %.	grauvaca feldespática	
	E5M2			Arenisca	Arena de grano grueso, las partículas son angulares y subangulares, Mal Calibrado, Matriz Areno Lodosa y Porosidad primaria compuesta por: Qz: 50%, Feld: 18%, Fragmentos de roca: 30 % y Accesorios 2%	litarenita feldespática	

ESTACIONES	MUESTRAS	COORDENADAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	CLAS. SEGÚN FOLK	CLAS. SEGÚN DUNHAM
	E5M3			Caliza	compuesta por Intraclastos 55%, Fósiles 30%, Micrita 15%	intramicrita.	wackestone
ESTACION 6	E6M1	X: 1.257.236	Y: 1.818.065	Ígnea	Compuesta de minerales máficos (anfíboles, piroxenos) 60%, menos del 10% del contenido de cuarzo, y 30% de contenido de plagioclasa la roca es una estructura masiva.	basalto	
ESTACION 7	E7M1	X: 1.256.441	Y: 1.818.676		Arena muy gruesa de partículas Discoidal, Mal Calibrado, no esférica subangular.	arena	
ESTACION 8	E8M1	X: 1.250.314	Y: 1.811.681	Caliza	compuesto de Intraclastos 50%, Micrita 40% y Esparita 10%	intramicrita.	wackestone
ESTACION 9	E9M1	X: 1.250.393	Y: 1.811.573	Caliza	compuesto de Intraclastos 15%, Micrita 65% y Esparita 20%	intramicrita.	wackestone
ESTACION 10	E10M1	X: 1.250.589	Y: 1.811.440	Caliza	compuesto de Intraclastos 10%, Micrita 70% y Esparita 20%	intramicrita con intraclastos	wackestone
	E10M2			Caliza	compuesta de Intraclastos 10%, Micrita 80% y Esparita 10%	intramicrita con intraclastos	wackestone
ESTACION 11	E11M1	X: 1.252.245	Y: 1.809.686	Caliza	compuesta de Intraclastos 40%, Micrita 35% y Esparita 25%	intramicrita.	wackestone

ESTACIONES	MUESTRAS	COORDENADAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	CLAS. SEGÚN FOLK	CLAS. SEGÚN DUNHAM
	E11M2			Arenisca	arena muy fina, partículas: redondeado a subredondeado, muy bien calibrado, Matriz Areno lodosa, y Porosidad Secundaria compuesta de Qz: 65% , Feld: 3 % , Fragmentos de roca: 28 % y Accesorios:4%	Sublitarenita	
ESTACION 12	E12M1	X: 1.252.078	Y: 1.808.889		Tamaño limo, armazón lodosa, de color rojiza a marrón, y muy fisil.	shale	
ESTACION 13	E13M1	X: 1.252.207	Y: 1.807.985	arenisca	arena gruesa a muy gruesa, partículas angulares a subangulares, regular calibrado, Matriz Areno soportada, Porosidad primaria, Armazón grano soportada, compuesta de Qz: 80%, Feld: 5 %, Fragmentos de roca: 10% y Accesorios:5%	subarcosa	
	E13M2			Arenisca	arena muy gruesa a gránulos, partículas angulares a subangulares, mal calibrado, Matriz Areno soportada, Porosidad primaria, Armazón grano soportada, compuesta por Qz: 60%, Feld: 3 %, Fragmentos de roca: 35%, Accesorios: 2%	arcosa	

ESTACIONES	MUESTRAS	COORDENADAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	CLAS. SEGÚN FOLK	CLAS. SEGÚN DUNHAM
	E13M3			Arenisca	Arena fina, partículas Subangular, Moderadamente Calibrado, fabrica Areno Soportada, Matriz Areno Lodosa, Porosidad primaria, compuesta por Qz: 20%, Feld: 5%, Fragmentos de roca: 70%, Accesorios: 5%.	Litarenita	
	E13M4			Arenisca	Arena gruesa, partículas angulares a subangulares, mal calibrado, Matriz Areno Lodosa, Porosidad primaria, Armazón grano soportada. Compuesta por: Qz: 45%, Feld: 3%, Fragmentos de roca: 45% y Accesorios: 2%	arcosa lítica	
	E13M5			Caliza	compuesto de Intraclastos: 80%, Micrita 15% y Esparita 5%	intramicrita.	packestone
ESTACION 14	E14M1	X: 1.252.123	Y: 1.806.166	Lodolita	arena de grano fino, partículas subangulares, bien calibrada, Matriz Lodosa, Armazón lodo soportada, Cemento silíceo compuesto de Qz: 60%, Feld: 5% , Fragmentos de roca: 30% Accesorios: 5%.	lodolita cuarzosa	

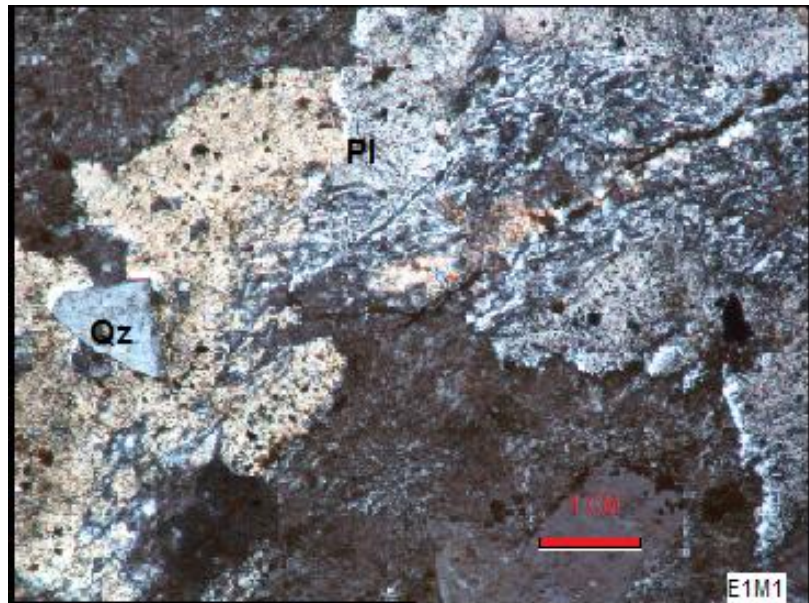
ESTACIONES	MUESTRAS	COORDENADAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	CLAS. SEGÚN FOLK	CLAS. SEGÚN DUNHAM
ESTACION 15	E15M1	X: 1.249.360	Y: 1.804.407	Arenisca	arena muy fina a fina, partículas: angular subangular, bien calibrado, Matriz Lodosa, Cemento silíceo, Porosidad primaria, Armazón areno soportada compuesta por Qz: 70%, Feld: 10%, Fragmentos de roca: 15%, Accesorios: 5%	Arcosa lítica	
ESTACION 16	E16M1	X: 1.249.098	Y: 1.804.294	Caliza	Compuesta por Intraclastos: 20%, Micrita: 10% y Esparita: 70%.	intraesparita.	Packestone
ESTACION 17	E17M1	X: 1.246.934	Y: 1.801.801	Caliza	Compuesto por Intraclastos: 20%, Micrita: 60% y Esparita. 20%	intramicrita.	Wackestone
	E17M2			Caliza	Compuesta por Intraclastos: 20%, Micrita: 70% y Esparita. 10%	intramicrita.	Packestone
ESTACION 18	E18M1	X: 1.239.217	Y: 1.794.269	Ígnea	roca con textura afanítica y estructura masiva, compuesta por Contenido de cuarzo: 45 %, plagioclasa: 20%, feldespatos potásicos: 35%	Rolita	

ANEXO B

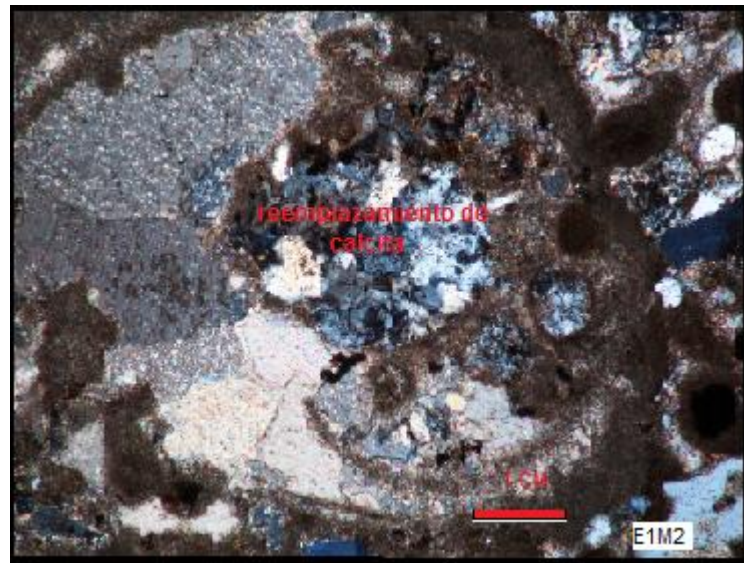
Descripción microscópica

E1M1: Presenta granos subagulares, mal calibrada, de armazón grano soportada y matriz gravo areno lodosa, presenta una cementación cristalina, el contacto entre las partículas es cóncavo convexo, su estructura es masiva, presenta una porosidad primaria, la roca es submadura; compuesta de 53% cuarzo, 15% feldespatos, 32% fragmentos de roca ígnea metamórfica y sedimentaria.

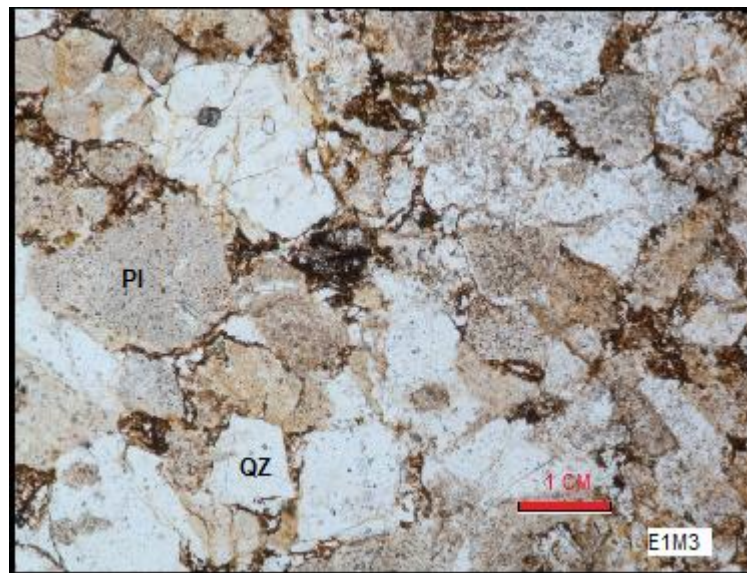
Litarenita feldespática. Perteneciente al Grupo Yuruma



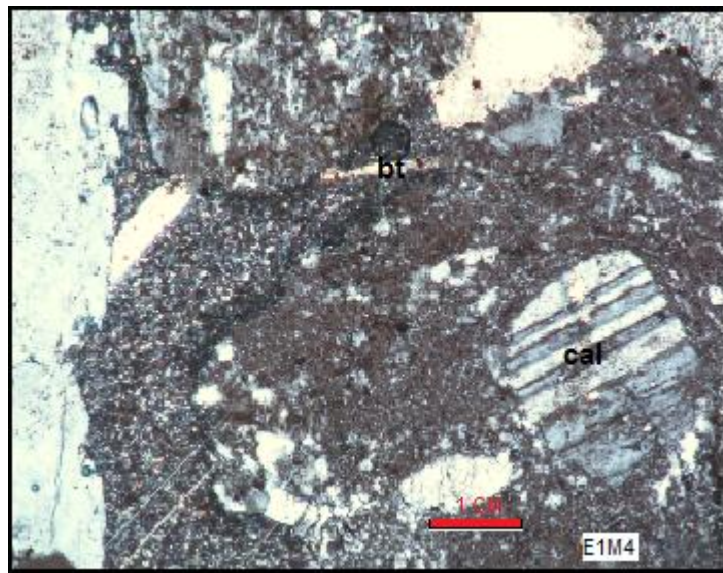
E1M2: Roca granosoportada con bastantes componentes terrígenos, presenta un armazón de intraclastos de cuarzo, plagioclasa y pelets, el cemento es tipo espar y su porosidad es primaria. **Roca aloquímica esparítica.** Perteneciente al Grupo Yuruma



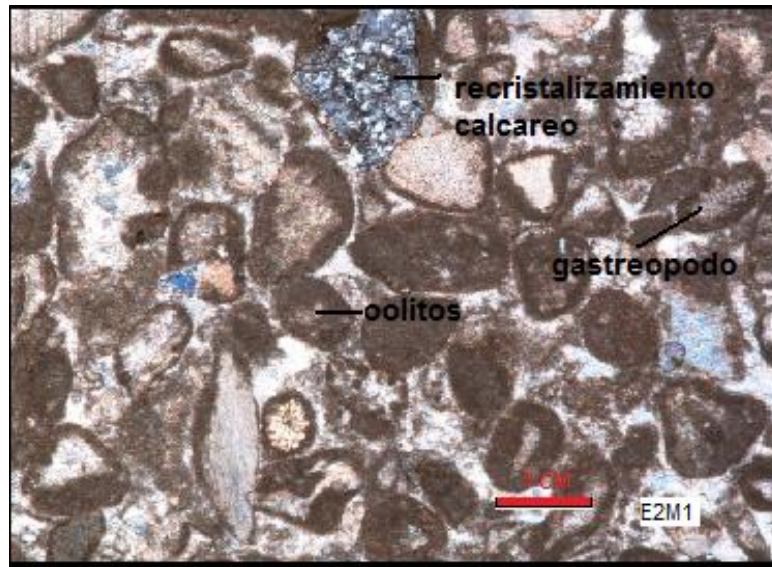
E1M3: Presenta granos subangulares, mal calibrados con un armazón grano soportada y su matriz es areno lodosa presenta una porosidad primaria, el contacto entre las partículas es cóncavo-convexo y su estado es submaduro, Está compuesta de 50% cuarzo, 20% calcita, 10% plagioclasa y 20% fragmentos de roca ígnea y sedimentaria. **Arenisca de grano grueso con intraclastos.** Perteneciente al Grupo Yuruma



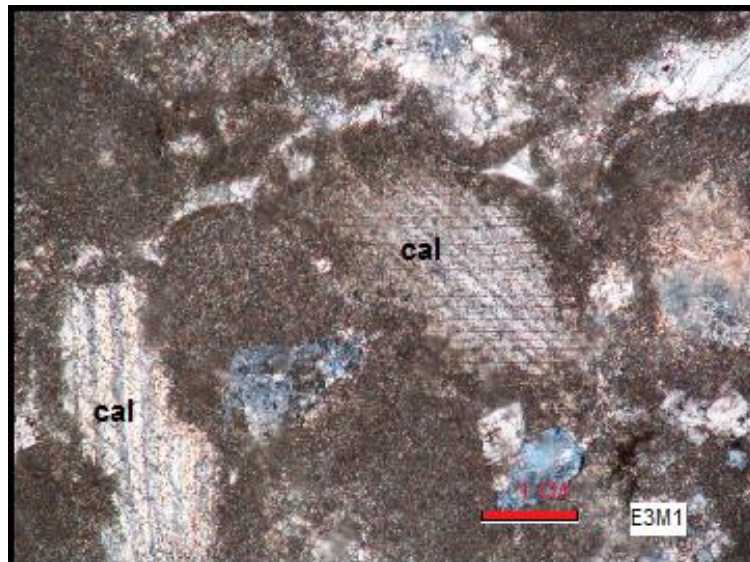
E1M4: Granos subangulares, mal calibrado presenta un armazón grano soportada y de matriz grava areno lodosa, su cementación es cristalina y el contacto entre las partículas es cóncavo-convexo, presenta una estructura masiva y está compuesta de 55% cuarzo, 15% calcita, 3% biotita y 27% fragmentos de roca (metamórfica, ígnea con textura porfidítica y sedimentaria). **Litarenita feldespática** Pertenece al Grupo Yuruma



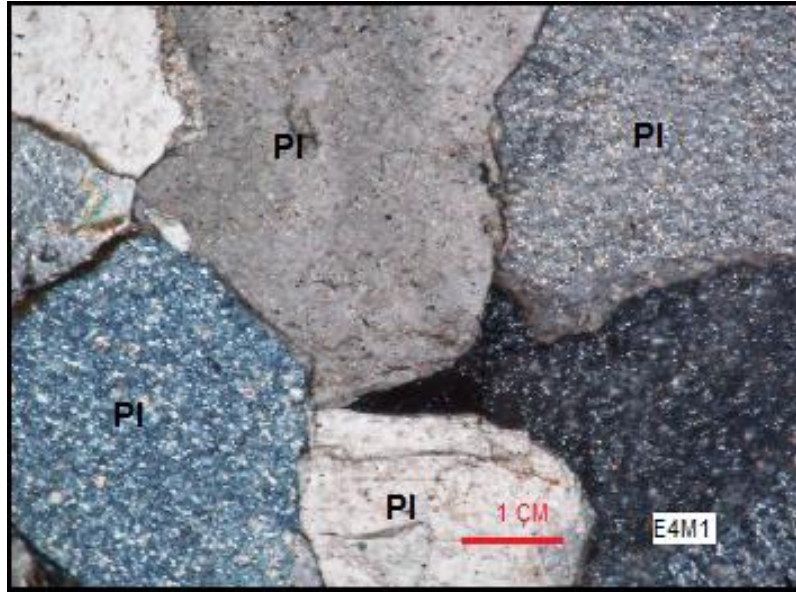
E2M1: Roca granosoportada, contiene alquímicos en grandes cantidades la mayoría son oolitos, pelets, gasterópodos, los cuales en algunos casos presenta recristalización calcárea. **Intramicrocristalita**. Pertenece al Grupo Yuruma.



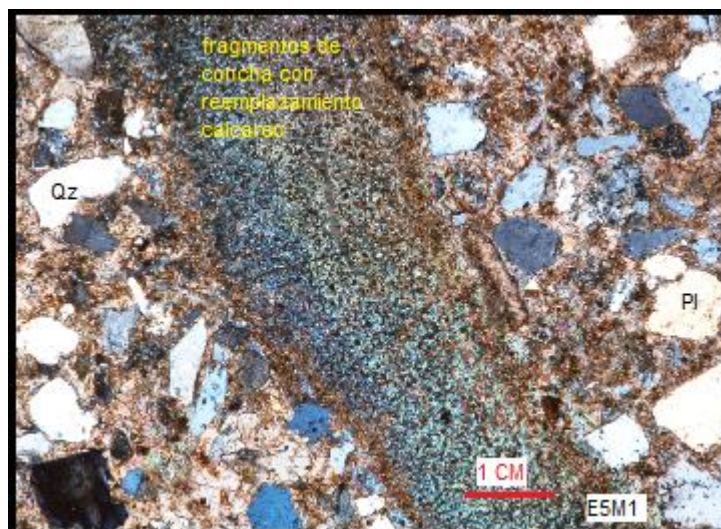
E3M1: Roca biosoportada presenta una matriz de lodo calcáreo microcristalino la forma de las partículas es subangulares, hay presencia de alquímicos como cuarzo, calcita y plagioclasa. **bioesparita.** Pertenece a la formación Chinapa



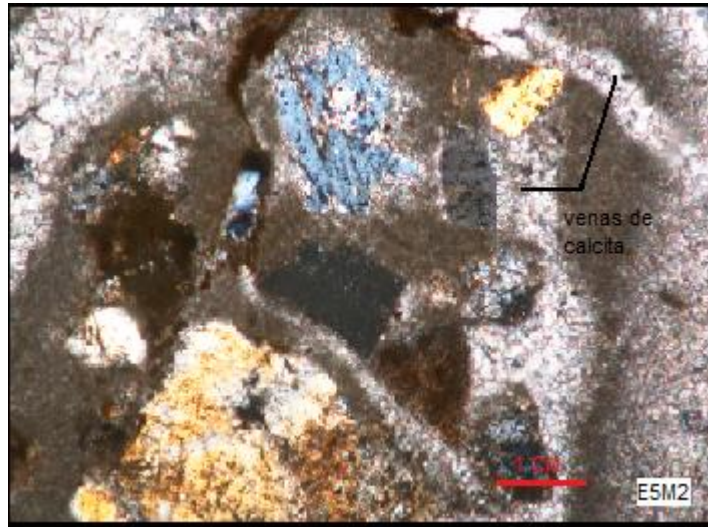
E4M1: Roca con alto contenido de intraclastos como cuarzo, plagioclasa, presenta venas de cuarzo de tamaños guijas, su matriz es micrítica. **Intramicrocristalita.** Pertenece a la formación Siamana



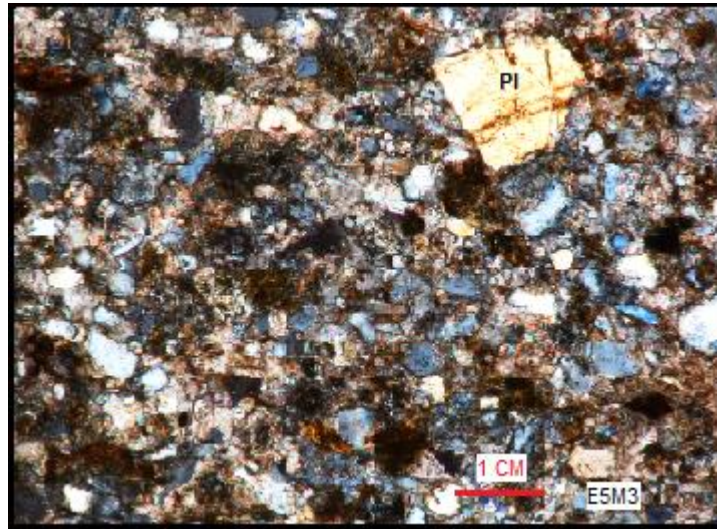
E5M1: Granos subangulares, moderadamente calibrados, armazón arenosoportada y matriz lodosa presenta porosidad primaria, el contacto entre las partículas es flotante, su estado es submaduro, la estructura es granular y está compuesta de 40% cuarzo, 25% calcita, 20% plagioclasa, 15% fragmentos de concha con reemplazamiento calcáreo. **Grauvaca feldespática.** Perteneciente a la formación Siamana



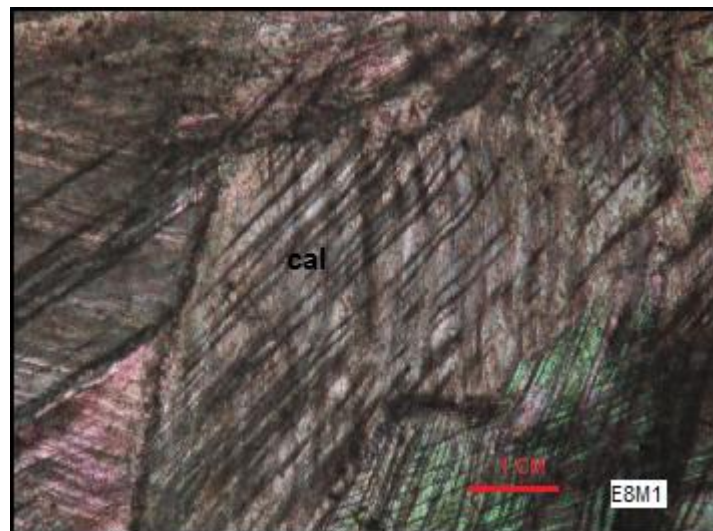
E5M2: Granos subangulares, moderadamente calibrado, el armazón es lodosoportada y la matriz es lodosa, su porosidad es primaria, el contacto entre las partículas es flotante, está compuesta de 50% cuarzo, 30% calcita, 15% plagioclasa 5% venas de calcita **Litarenita feldespática** Pertenece a la formación Siamana.



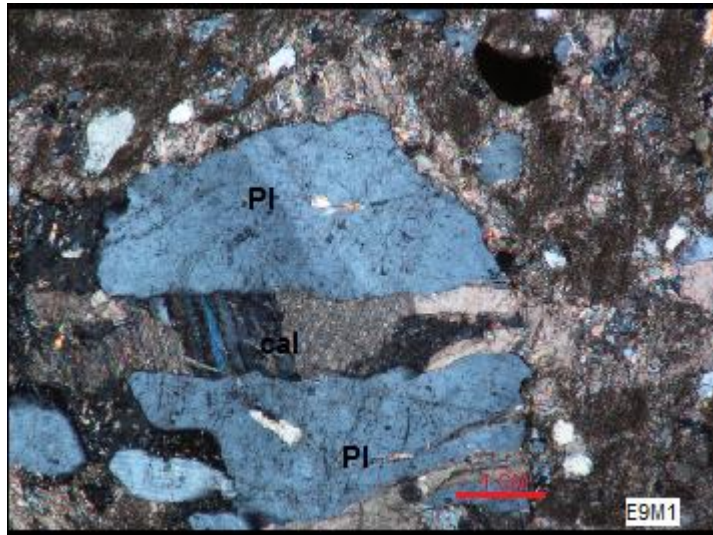
E5M3: Granos subangulares, bien calibrados, presenta una matriz lodosa y el armazón es areno soportado, la porosidad es primaria, el contacto entre las partículas es cóncavo-convexo, está compuesto de 45% cuarzo, 25% feldespato, 25% de fragmentos de roca y 5% oxido de hierro. **Arcosa Lítica** Pertenece a la formación Siamana.



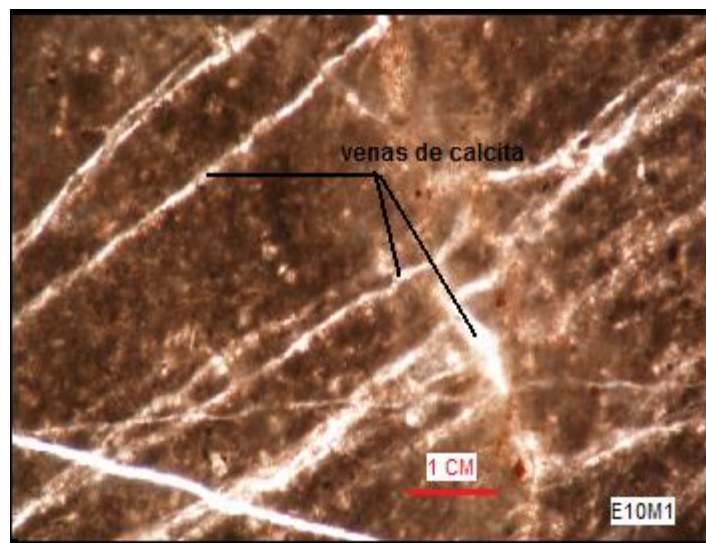
E8M1: Roca lodosoportada con una matriz de lodo calcáreo microcristalino, está compuesta de 50% de micrita, 40% de esparita y 10% de intraclastos como calcita y cuarzo. **Intramicrorita** Pertenece a la formación Macuira



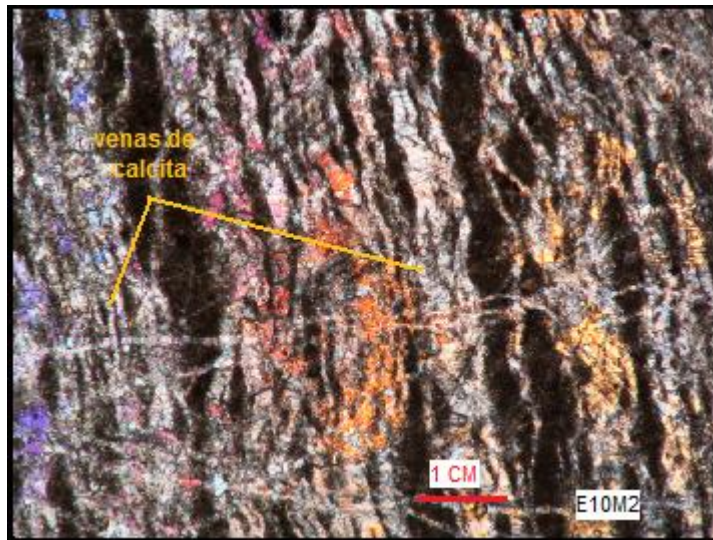
E9M1: Roca lodosoportada con una matriz de lodo calcáreo microcristalino, compuesta de 65% de micrita, 20% de esparita y 15 % de intraclastos cuarzo, calcita y plagioclasa, el componente predominante es la micrita y su porosidad es primaria. **Intramicrorita** Pertenece al Grupo Cogollo.



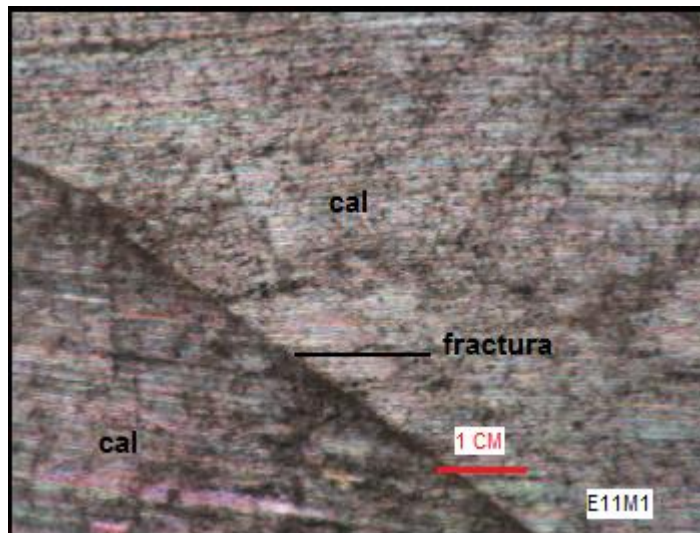
E10M1: Roca lodosoportada presenta una matriz micrítica y 20% de aloquímicos como calcita y plagioclasa. **Intramícrita con intraclastos** Pertenece al Grupo Cogollo.



E10M2: Roca lodosoportada, presenta una matriz de lodo calcáreo y venas de calcita su principal componente es la micrita con un 40%. **Intramícrita con intraclastos** Pertenece al Grupo Cogollo.

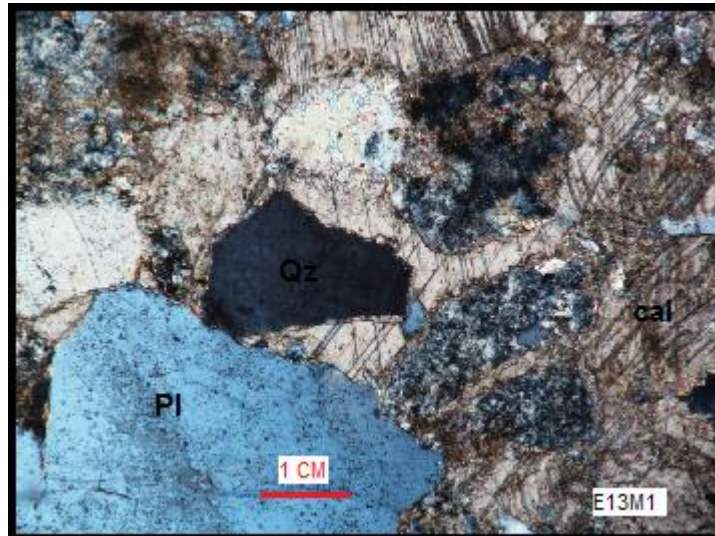


E11M1: Roca granosoportada compuesta de 35% de micrita, 25% de esparita y 40% de intraclastos como calcita, cuarzo y calcita, presenta una porosidad es secundaria por fracturamiento. **Intramicrota** Pertenece al Grupo Yuruma.

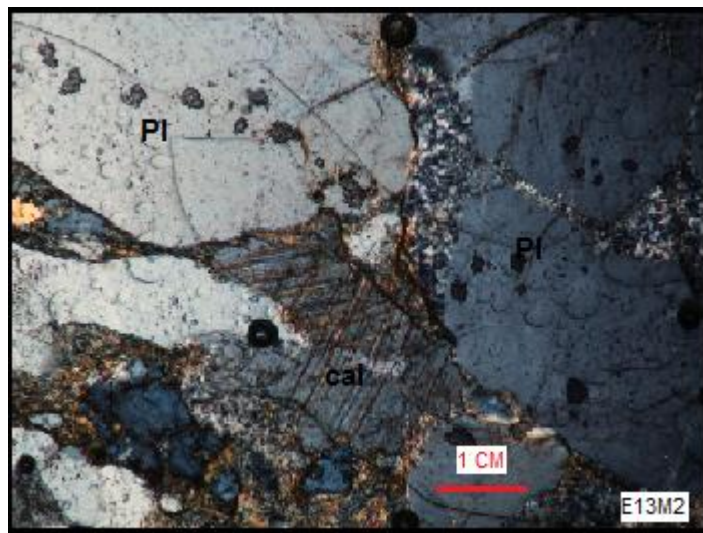


E13M1: Granos subangulares moderadamente calibrados, el armazón presente es granosoportada y matriz arenolodosa, la porosidad es primaria, el contacto entre las partículas es cóncavo convexo su estado es submaduro, presenta una estructura masiva, está compuesta de 60% cuarzo, 5% calcita y 10% plagioclasa,

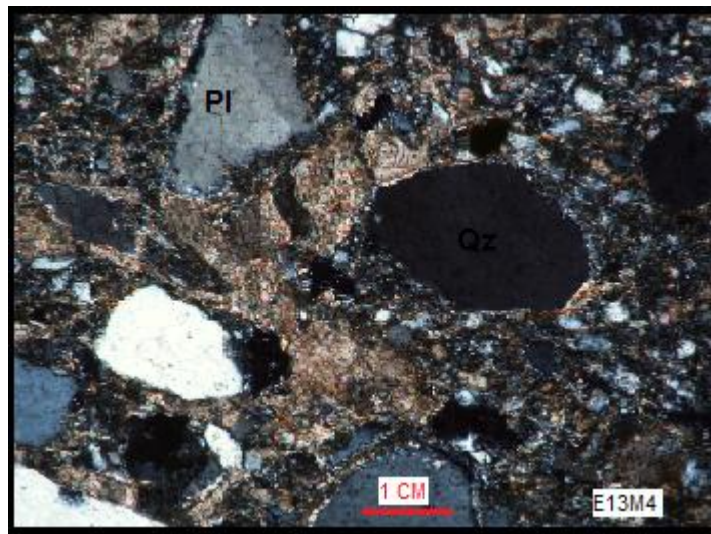
2% moscovita y 23% fragmentos de roca. **Subarcosas**. Pertenece a la formación Chinapa.



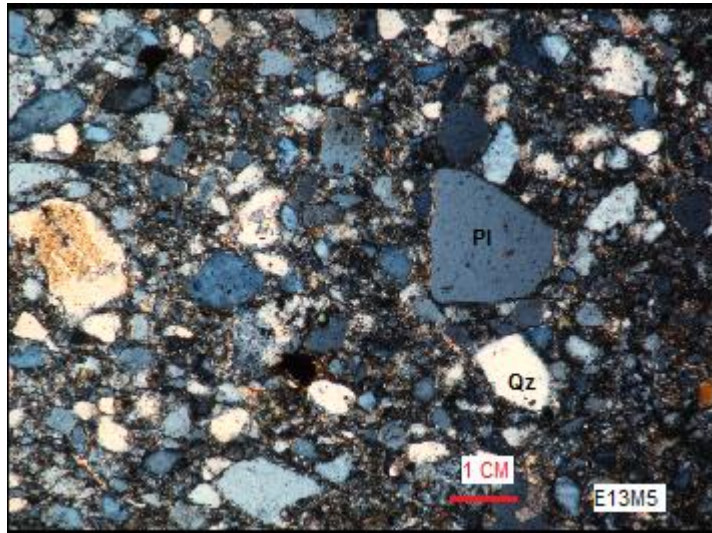
E13M2: Granos subangulares, mal calibrado la muestra presenta un armazón gravosoportada y la matriz areno soportada su porosidad es primaria, el contacto entre las partículas es cóncavo-convexo es estado es submaduro, está compuesta de 60% cuarzo, 8% calcita, 20% plagioclasa, 2% moscovita y 10% fragmentos de roca, su estructura es masiva. **Arcosa**. Pertenece a la formación Chinapa



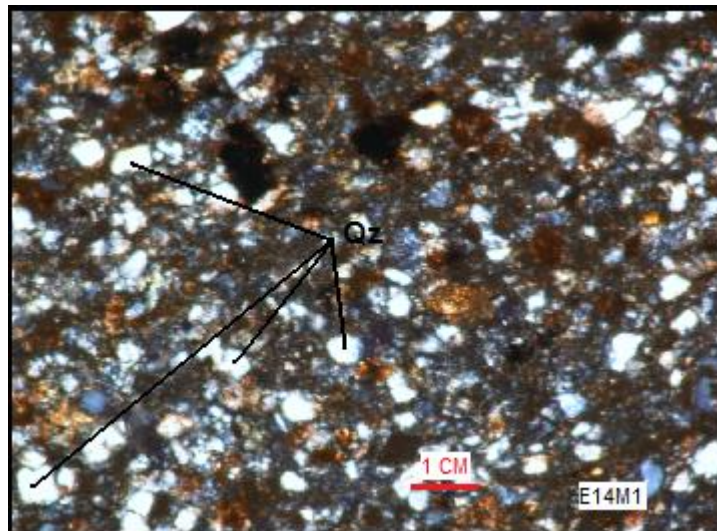
E13M4: Granos subangulares, mal calibrado, presenta un empaquetamiento intermedio, su armazón es granosoportada, la matriz es gravo areno lodosa, la porosidad es primaria, el contacto entre las partículas es flotante, su estructura es masiva, está compuesta de 45% cuarzo, 5% calcita, 10% feldespato, 1% moscovita y 39% fragmentos de roca. **Arcosa lítica** Pertenece a la formación Chinapa



E13M5: Granos subangulares bien calibrados, presenta un armazón areno soportada de matriz lodosa, la porosidad es secundaria, el contacto entre las partículas es cóncavo-convexo, su estado es maduro, está compuesto de 55% cuarzo, 20% plagioclasa, 2%oxido de hierro y 23% de fragmentos de roca **Litarenita** Pertenece a la formación Chinapa.

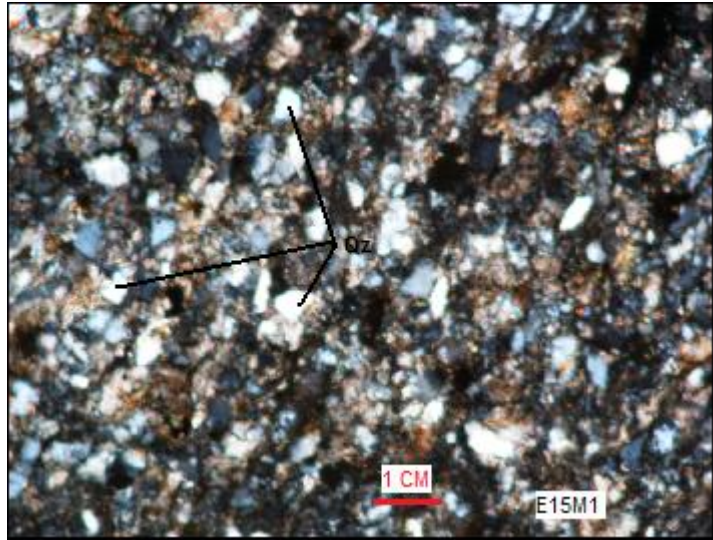


E14M1: Granos subangulares, moderadamente calibrado, empaquetamiento intermedio de matriz lodosa, la porosidad es primaria, el contacto entre las partículas es cóncavo-convexo, el estado de la roca es submaduro, su estructura es masiva, compuesta de 60% cuarzo, 5% plagioclasa, 8% feldespatos oxido de hierro y 27% de fragmentos de roca. **Lodolita cuarzosa** Pertenece a la formación Chinapa

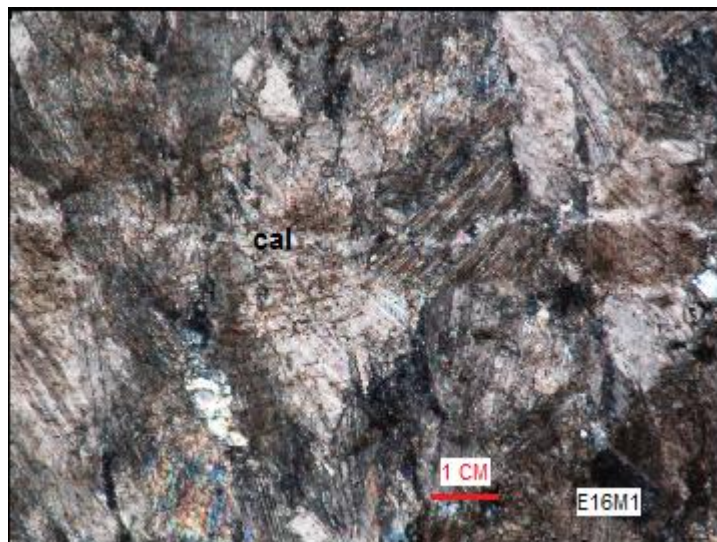


E15M1: Granos subangulares, bien calibrados, presenta una matriz lodosa y el armazón es areno soportado, la porosidad es secundaria, el contacto entre las

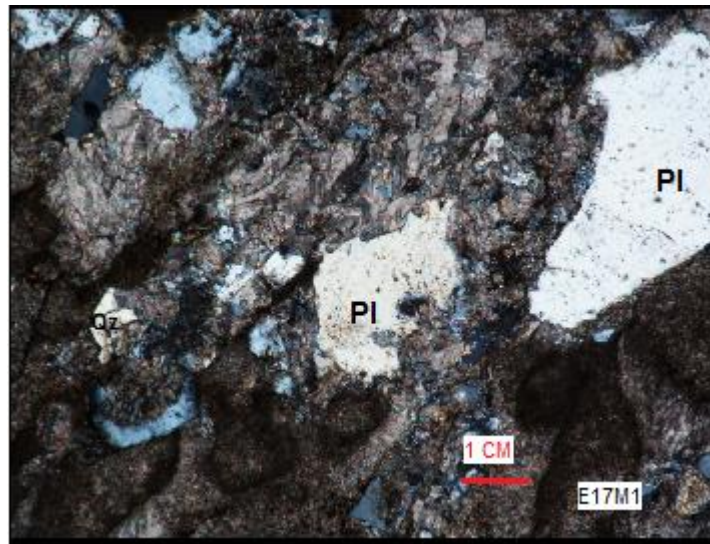
partículas es cóncavo-convexo, está compuesto de 70% cuarzo, 10% feldespato, y oxido de hierro y 20% de fragmentos de roca. **Arcosa Lítica** Pertenece a la formación Chinapa



E16M1: Roca granosoportada, compuesta de 10% de micrita, 70% de esparita y 20% de intraclastos como plagioclasa, calcita, cuarzo, su matriz es micrítica, presenta un cemento de calcita esparítica. **Intraesparita** Pertenece al Grupo Yuruma.



E17M1: Roca granosoportada compuesta de 60% de micrita, 20% de esparita y 20% de intraclastos como de cuarzo y plagioclasa, presenta un cemento de calcita micrítica, la porosidad es secundaria por fracturamiento. **Intramicrota** Pertenece al Grupo Yuruma



E17M2: Roca granosoportada, compuesta de 70% de micrita, 10% de esparita y 20% de intraclastos como cuarzo y oolitos con reemplazamiento calcáreo, la cementación es calcita espar, la porosidad es primaria. **Intramicrota.** Pertenece al Grupo Yuruma.

