

## TABLA DE CONTENIDO

### VOLUMEN I Capítulo 1

		<b>Pag. No.</b>
1.1	Introducción	8
1.2	Antecedentes	10
1.2.1	Palinología	10
1.2.2	Micropalentología	12
1.3	Selección de Muestras para Análisis	14
1.4	Preparación de Muestras	16
1.4.1	Preparación de Muestras Palinología	16
1.4.2	Preparación de Muestras Micropaleontología	17
1.5	Identificación y Conteo de Especies	18
1.6	Diagramas de Distribución Estratigráfica de Especies	19
1.7	Cuadros Resúmenes y Tablas	19
1.8	Texto del Reporte	20
1.9	Preparaciones Bioestratigráficas, archivo	20
1.10	Microfotografías	21
1.11	Personal Participante	22
1.12	Presentación del Reporte	23

**VOLUMEN I**  
**Capítulo 2**

		<b>Pag. No.</b>
2.1	Bioestratigrafía	24
2.2	Zonificación Palinológica	24
2.2.1	Biozomas Palinológicas	25
2.2.1.1	Cretáceo	25
2.2.1.2	Terciario	28
2.3	Zonificación de Foraminíferos	30
2.3.1	Cuenca de la Cordillera Oriental	30
2.3.2	Cuenca del Choco	31
2.3.3	Cuenca Sinu San Jacinto	31
2.3.4	Otras Asociaciones Foraminífericas de valor Estratigráfico que no Constituyen Biozonas.	33
2.3.4.1	Cuenca Cordillera Oriental	33
2.3.4.2	Cuencas Choco y San Jacinto	33

**VOLUMEN I**  
**Capítulo 3**

		<b>Pag. No</b>
1.	Integración Bioestratigrafica	36
1.1	Cuenca Cordillera Oriental	36
1.2	Cuenca Cesar Ranchería	42
1.3	Cuenca de Choco (Tado)	43
1.4	Cuenca de Sinu-San Jacinto	46

**VOLUMEN 1**  
**Capítulo 4**

		<b>Pag. No</b>
1.	Bibliografía	48
1.1	Bibliografía Palinología	48
1.2	Bibliografía Micropaleontología	61

**TABLA DE CONTENIDO**  
**VOLUMEN II**  
**CUENCA CORDILLERA ORIENTAL**

1. Palinología y Micropaleontología Sección C-1.  
Cosgua-Vereda El Pedregal (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
2. Palinología y Micropaleontología Sección C-2.  
Vereda San Isidro (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
3. Palinología y Micropaleontología Sección C-3.  
Loma el Tahúr (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
4. Palinología y Micropaleontología Sección C-4.  
Quebrada Teneria (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
5. Palinología y Micropaleontología Sección C-5.  
Puente Cajones (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia

**TABLA DE CONTENIDO**  
**VOLUMEN III**  
**CUENCA CORDILLERA ORIENTAL**

1. Palinología y Micropaontologia Sección C-6  
Quebrada Canelas (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
2. Palinología y Micropaontologia Sección C-7  
Escuela Buenavista (Corrales)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
3. Palinología y Micropaleontologia Sección C-8  
Carretera Corrales – Tasco  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
4. Palinología y Micropaleontologia Sección C-9  
Quebrada Teneria (Tasco)  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
5. Palinología y Micropaleontologia Sección C-10  
Carretera Corrales Tasco  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia
6. Palinología Sección C-11  
Puente Bolívar  
Cuenca Cordillera Oriental de Colombia

**TABLA DE CONTENIDO**  
**VOLUMEN IV**  
**CUENCA CESAR RANCHERIA**

1. Palinología y Micropaleontología Sección CR-1  
Arroyo Alberto  
Cuenca Cesar Ranchería
2. Palinología y Micropaleontología Sección CR-2  
Caño Perdido  
Cuenca Cesar Ranchería
3. Palinología y Micropaleontología Sección CR-3  
Casa Rosa  
Cuenca Cesar Ranchería
4. Palinología y Micropaleontología Sección CR-4  
Río Fernambuco Norte  
Cuenca Cesar Ranchería
5. Palinología y Micropaleontología Sección CR-5  
Río Fernambuco Occidental  
Cuenca Cesar Ranchería
6. Palinología y Micropaleontología Sección CR-6  
Río Maracas-Rondon  
Cuenca Cesar Ranchería
7. Palinología Sección CR-7  
Mina de Carbones de la Jagua  
Cuenca Cesar Ranchería
8. Palinología Sección CR-8  
Carretera La Victoria-Becerril  
Cuenca Cesar Ranchería

**TABLA DE CONTENIDO**  
**VOLUMEN V**  
**CUENCA DEL CHOCO (TADO)**

1. Micropaleontología Sección RN-QSB  
Quebrada San Bernabé  
Cuenca Tadó (Choco)
2. Micropaleontología Sección RN-QSC  
Quebrada Santa Catalina  
Cuenca Tadó (Choco)
3. Micropaleontología Sección RN-QM  
Quebrada Manantial  
Cuenca Tadó (Choco)
4. Micropaleontología Sección RN-QLC  
Quebrada La Cuelga  
Cuenca Tadó (Choco)
5. Micropaleontología Sección RN-QLL  
Quebrada La Larga  
Cuenca Tadó (Choco)
6. Micropaleontología Sección RN-QMG  
Quebrada Manungara  
Cuenca Tadó (Choco)

**TABLA DE CONTENIDO**  
**VOLUMEN VI**  
**CUENCA SINU-SAN JACINTO**

1. Micropalantología del Pozo P03  
Tolu Viejo, sector la Mena Finca Prado  
Cuenca del Sinu
  
2. Micropalantología y Palinología del Pozo P07  
Arroyo Arena  
Cuenca del Sinu
  
3. Micropalantología del Pozo P08  
Ovejas Don Gabriel  
Cuenca del Sinu
  
4. Micropalantología de la Sección QAS  
Quebrada Arroyo Seco, Chalan  
Cuenca del Sinu
  
5. Micropalantología de la Sección QP  
Quebrada Arroyo Peñitas, Chalan  
Cuenca del Sinu
  
6. Micropalantología de la Sección QLA  
Quebrada Los Alpes, Chalan  
Cuenca del Sinu

## 1.1 INTRODUCCION

La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) por intermedio de FONADE, contrató con BIOSS Ltda. “La Consultoría para el análisis e interpretación Bioestratigráfica de las Cuencas Sinú - San Jacinto, Cesar Ranchería, Chocó y Cordillera Oriental “, (Contrato 2082950). La localización de las diferentes Cuencas analizadas en este estudio se presenta en la Figura T – 1.

Los objetivos principales de esta Consultoría fueron la preparación, análisis, integración e interpretación de la información Bioestratigráfica de muestras previamente seleccionadas con el propósito de:

- Generar nueva y confiable información Bioestratigráfica en las áreas estudiadas por la ANH.
- Actualizar y adicionar nuevo material Bioestratigráfico de las Unidades sedimentarias presentes en las áreas estudiadas por la ANH.

Para lograr estos objetivos, era necesario el conteo cuantitativo, en cada muestra preparada y analizada, de especies Palinológicas (Polen, Esporas, Dinoflagelados, etc.) y Micropaleontológicas (Foraminíferos), así como la identificación cualitativa del tipo de materia orgánica y otros elementos útiles para las interpretaciones paleoambientales. Así mismo, el estudio contratado debía incluir fotografías de las especies micropaleontológicas principales en las cuales se basan las interpretaciones bio y cronoestratigráficas.

Consideramos que el reporte que ponemos a consideración de la ANH, cumple a cabalidad con los objetivos de la consultoría contratada con BIOSS Ltda.





## 1.2 ANTECEDENTES

### 1.2.1 PALINOLOGÍA

Las investigaciones Palinológicas en Colombia, fueron iniciadas por Thomas Van der Hammen en la década de 1950. Desde esa época hasta la fecha, son muy numerosas las publicaciones que han aparecido y diversos los autores de las mismas.

En 1956, Van der Hammen publicó, en el Boletín Geológico del Instituto Geológico Nacional de Colombia su trabajo “Nomenclatura Palinológica Sistemática” con el cual se inician los trabajos palinológicos científicos en el mundo.

Van der Hammen centró su interés inicial en los estudios de la Formación Guaduas (y equivalentes). Posteriormente Van der Hammen y su grupo de colaboradores dentro de los cuales se destacaron Enrique Gonzales, Nuria Sole de Porta, C. García de Mutis y T. A. Wymstra entre otros, iniciaron investigaciones relacionadas con diferentes Pisos del Terciario que dieron origen a las publicaciones relacionadas con las Periodicidades Climáticas Cíclicas del Terciario y parte Superior del Cretáceo. Posteriormente Van der Hammen enfocó todos sus esfuerzos hacia el estudio de los depósitos del Cuaternario de Colombia llegando a convertir a Colombia en líder a nivel mundial en estudios Palinológicos.

Es necesario destacar el hecho de que Van der Hammen mantenía un estrecho contacto con el grupo de Palinólogos que laboraban en la industria petrolera colombiana y en especial con el grupo involucrado con SHELL. Este grupo, que incluía a J.H.Germeraad, C.A. Hopping y J. Muller, se nutrió de las ideas de Van der Hammen y posteriormente publicó en 1968 “Palynology of Tertiary sediments from Tropical areas” el cual adicionalmente incluye el estudio de la parte mas superior del Cretaceo y es considerado como el trabajo mas importante que sobre este tema, hasta el momento se ha publicado. El trabajo de Germeraad *et al*, incluye la primera zonificación estratigráfica regional basada en Palinomorfos que se conoce, la cual sigue vigente en la actualidad (ver Anexo T-1).

Muchos, muchos trabajos Palinológicos relacionados con nuestro país, no salieron de los archivos de las Empresas Petroleras que operaban en Colombia y cuando ellas cerraron sus oficinas en Bogotá, lamentablemente se perdieron (Shell, Texaco, Intercol, etc.).

En 1967, Enrique González publicó su tesis de grado “A Palynological Study on the Upper Los Cuervos and Mirador Formations ( Lower and Middle Eocene, Tibú area Colombia) con la cual se inicia realmente las publicaciones de colombianos sobre palinología.

En 1974, se presenta un importante hito para la palinología de Sur América. M. Regali, N. Uesugui y A. Santos, publicaron el trabajo “Palinología dos sedimentos meso-cenozoicos do Brasil”, detallado y amplio trabajo que incluye una Zonificación Bioestratigráfica muy útil para Colombia (ver Anexo T-1).

En 1980, H. Dueñas publicó varios trabajos relacionados con sedimentos Terciarios del Norte de Colombia (Oligoceno, Mioceno) y posteriormente publicó en 1986 su Tesis de Grado “Geología y Palinología de la Formación Ciénaga de Oro, Región Caribe Colombiana” a la cual siguieron varias publicaciones relacionadas con nomenclatura palinológica y distribución estratigráfica de Palinomorfos.

M.A. Lorente publicó en 1986 su Tesis de Grado “Palynology and Palinofacies of the Upper Tertiary of Venezuela” la cual incluye un excelente capítulo relacionado con “Characterization of Organic Matter” y una Zonificación palinológica aplicable para el área del Lago de Maracaibo.

Una muy buena integración de información palinológica fue publicada por J. Muller, E. de Di Giacomo y A. W. Van Erve en 1987 “ A Palynological Zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America” . Este trabajo incluye una muy útil Zonificación Palinológica Regional, la cual se ha tenido en cuenta para este estudio (ver Anexo T-1).

En la década de los 90, Gustavo Sarmiento inicia su serie de publicaciones sobre el Cretáceo de la Cordillera Oriental. Inicia en 1992 con los estudios palinológicos sobre la Formación Guaduas y continúa en el 2000 con la publicación de la “Palinología del Santoniano Tardío al Maastrichtiano del Piedemonte Llanero Colombiano. Correlación con el cinturón tropical”. Estos trabajos son pioneros en el uso estratigráfico de los dinoflagelados en Colombia y se han tenido muy en cuenta durante el desarrollo de esta Consultoría para la ANH.

Es necesario también tener en cuenta los trabajos palinológicos publicados C. Jaramillo y en especial su Tesis de Grado publicada en el 2001 “Middle Paleogene Palynology of Central Colombia” y su más reciente trabajo “Impact of biostratigraphy on Oil exploration” el cual incluye una Zonificación Palynológica para Colombia la cual aunque no ha sido oficialmente publicada, se incluye en la tabla de Zonificación correspondiente al Anexo T-1.

En el 2003, A. Pardo y C. Jaramillo publicaron su trabajo “Paleogene Palynostratigraphy of the Eastern Middle Magdalena Valley, Colombia” en el cual presentan correlaciones estratigráficas y una distribución bioestratigráfica de Palinomorfos de las Formaciones Lisama y La Paz.

Es necesario tener en cuenta, que las Zonificaciones Palinológicas publicadas hasta el presente, hacen énfasis en la utilización de Polen y Esporas y en la mayoría de los casos su aplicación es más local que regional. Cuando se trabaja con sedimentos Cretácicos de origen marino, como es el caso de los sedimentos seleccionados para estos estudios relacionados con la Cordillera Oriental, el control de los mismos se basa en la utilización de Dinoflagelados y es por ello que es necesario mezclar Zonas basadas en Polen y Esporas con Zonas basadas en la presencia de Dinoflagelados. En el Anexo T-1 se presenta la Zonificación Bioestratigráfica propuesta para el presente estudio.

En los últimos 25 años, se han llevado a cabo cientos de estudios relacionados con el control Palinológico de Secciones Estratigráficas y Pozos Petroleros perforados en Colombia. Estos estudios, desarrollados tanto en Colombia como en el exterior para las Empresas Petroleras, son considerados como reportes internos de uso restringido y por lo general no salen a la luz pública.

## **ANTECEDENTES**

### **1.2.2 MICROPALAEONTOLOGIA**

En la compilación bibliográfica de *Porta* (1974), sobre el Terciario de Colombia, se mencionan múltiples estudios realizados en el Área Chalán-Sinú, incluyendo aquellos desde Beck (1921), Werenfelds (1926), Anderson (1929); Chenevart (1963); Zimmerle (1968); Duque (1968; 1972) y Cáceres & Porta (1972), entre otros. En 1929, F. Anderson publicó su trabajo "Marine Miocene and related deposits of North Colombia" en el cual presenta la primera subdivisión litoestratigráfica para los sedimentos Terciarios del Norte de Colombia que involucra una sólida base bioestratigráfica. Esta subdivisión en muchos aspectos, es actualmente válida. Es la Estratigrafía de Cáceres y Porta sobre el área de Chalán la que con pocas variaciones, es acogida en este estudio.

Los estudios geológicos efectuados desde comienzos del siglo se centraron en la sección de El Carmen - Zambrano y en la de Toluviejo - Corozal.

Las publicaciones más recientes se deben a *Clavijo et al., 1998*, durante la cartografía de la Plancha 44 – Sincelejo, cuya Memoria Explicativa se publicó en 2001 (*Clavijo y Barrera, 2001*), sin que se presentaran resultados bioestratigráficos comentados e ilustraciones.

Ecopetrol (2001) presenta las siguientes Unidades roca con sus respectivas edades y ambientes, pero no presenta especies, rangos de especies ni ilustran sus resultados.

- Cansona: Coniaciano – Campaniano; ambiente batial profundo a pelágico.
- San Cayetano Paleoceno tardío – Eoceno temprano; ambiente batial con De corrientes de turbidez.
- Maco: Eoceno medio – Eoceno tardío; depósitos de origen sedimentario y Tectónico.
- Chengue: Eoceno medio – Eoceno tardío; ambientes someros.
- Tolviejo: Eoceno medio – Eoceno tardío; depósitos en medio marino somero Como arrecifes coralinos.
- San Jacinto: Eoceno tardío – Oligoceno tardío; abanicos proximales.
- El Carmen: Oligoceno tardío – Mioceno temprano; ambientes que varían de Deltaico, marino somero a batial.
- Cerrito: Mioceno tardío; ambientes marino somero a la base y fluvio – Deltaicos hacia el tope.

Petters y Sarmiento (1956), proponen el primer esquema zonal para el Cenozoico de Colombia mediante foraminíferos del área del Carmen Zambrano y durante años se mantuvo como la única referencia bioestratigráfica del norte de Colombia. Bolli 1957 con base en las biozonas de planctónicos de Trinidad, erigió una zonación en la misma sección de Petters y Sarmiento y de allí derivaron múltiples correlaciones para el Norte de Colombia. Duque-Caro (1968, 1972a, 1975), presentó esquemas zonales únicamente ligados a definiciones de unidades estratigráficas, sin ningún elemento estándar global y sin definición de las distribuciones estratigráficas de las especies índices de edad o formadoras de zonas.

Martínez (1995), Jaramillo (1999) y Cuartas (2006), con técnicas de bioestratigrafía cuantitativa erigieron Zonas para aéreas locales del norte de Colombia, estos modelos abstractos simplemente se trazaron como un modelo de probabilidad, es imposible marcar zonas por conclusión, son necesarias las entidades físicas: roca y foraminíferos.

Rincón et al. (2007), proponen un esquema bioestratigráfico con zonas de foraminíferos planctónicos para el Norte de sur América, la mayoría de las especies utilizadas en su esquema hacen parte de aquellos taxos sumamente sensibles a la disolución, razón por la cual aun teniendo excelente base para reconocimiento de las mismas, difícilmente podrían reconocerse fuera del área, como fueran definidas.

### 1.3 SELECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANALISIS

En forma inicial, la ANH suministró a BIOSS un listado de muestras disponibles para este estudio, el cual incluía el tipo de análisis sugerido para ser llevado a cabo. Con base en las columnas estratigráficas suministradas por la A.N.H. personal de la A.N.H. y de BIOSS LTDA. se desplazó a la Litoteca Nacional en Bucaramanga con el objeto de seleccionar y tomar las muestras que conforman este proyecto bioestratigráfico. En total se llevaron a cabo tres desplazamientos.

En el primer viaje, participo por la A.N.H. el Bioestratigrafo Andrés Pardo y por parte de BIOSS LTDA el Palinólogo Hernando Dueñas. En esta oportunidad se tomaron las muestras pertenecientes a las secciones de la Cordillera Oriental.

C-1	Vereda el Pedregal	(Tasco)
C-2	Vereda San Isidro	(Tasco)
C-3	Loma el Tahir	(Tasco)
C-ē	Quebrada Teneria	(Tasco)
C-5	Puente Cajones	(Tasco)
C-6	Quebrada Canelas	(Tasco)
C-7	Escuela Buena Vista	(Corrales)
C-8	Corrales	(Tasco)
C-9	Quebrada Teneria	(Tasco)
C-10	Carretera Tasto	(Corrales)
C-11	Puente Bolívar	

También fueron tomadas, muestras de la Sección Puente Bolívar, aunque de ella no estaba disponible la Sección Estratigráfica.

Así mismo se seleccionaron y tomaron muestras del Proyecto Tadó – Choco. Estas muestras pertenecen a las Secciones:

- RN – QLC Quebrada La Cuelga
- RN – QLL Quebrada La Larga
- RN – QM Quebrada Manantial
- RN – QMG Quebrada Manungará
- RN – QSB Quebrada San Bernabé
- RN – QSC Quebrada Santa Catalina - 2

La toma de las muestras se realizó con la cooperación del personal de la Litoteca Nacional quien fue el encargado de localizar, mover y extender sobre las mesas de trabajo las cajas archivo con las muestras seleccionadas.

Aproximadamente 100 gramos de muestra fueron tomados para preparaciones Bioestratigráficas. El material separado se guardo en bolsas plásticas auto-sellables

previamente marcadas y se empaco en cajas de cartón previamente marcadas en las cuales se transportó vía aérea a nuestros laboratorios en Bogotá.

Desde un principio fue notorio el hecho de que los geólogos que levantaron y muestrearon las Secciones Estratigráficas, dieron mayor importancia a las rocas mas consolidadas (arenas, calizas) que a las arcillas. No todas las muestras seleccionadas se encontraron y algunas de ellas, no se muestrearon por corresponder con litologías no propicias para determinaciones bioestratigráficas.

En el segundo viaje participo por la A.N.H. la Palinóloga Clemencia Gómez y por BLOSS LTDA Hernando Dueñas Jiménez.

En esta ocasión se tomaron las muestras pertenecientes a las secciones de la Cuenca Cesar Ranchería y de los pozos de la Cuenca del Sinú.

De la Cuenca Cesar Ranchería se seleccionaron y tomaron muestras de las Secciones:

CR – 1	Arroyo Alberto
CR – 2	Caño Perdido
CR – 3	Casa Roja
CR – 4	Río Fernambuco Norte
CR – 5	Río Fernambuco Occidental
CR – 6	Río Maracas
CR – 7	Carbones de la Jagua
CR – 8	Carretera la Victoria - Becerril

De la Cuenca del Sinú – San Jacinto, se tomaron las muestras pertenecientes a los Pozos

Pozo -P0-3	Toluviejo, Sector la Mena, Finca Prado
Pozo -P0-7	Arroyo Arena
Pozo -P0-8	Ovejas, Don Gabriel

Al iniciar el proceso de toma de muestras de los pozos, se encontraron problemas relacionados con la elaboración de los registros litológicos y la marcación de las muestras. Estos problemas fueron solucionados a medida que se iban tomando las muestras.

El último muestreo se llevó a cabo en Bogotá e involucro las secciones estratigráficas de la Región Sinú – San Jacinto.

1. Arroyo Seco
2. Peñitas
3. Los Alpes

## 1.4 PREPARACION DE MUESTRAS

### 1.4.1 PREPARACION DE MUESTRAS PALINOLÓGICAS

El siguiente procedimiento se siguió para la preparación de las muestras por métodos palinológicos. Este procedimiento ha sido probado en forma exitosa en la preparación de muestras provenientes de mas de cien pozos perforados en Colombia.

1. Manejo de las muestras, Recepción, Listados. Empaque, Etiquetado etc.
2. Lavado de las muestras (H<sub>2</sub>O) para eliminar contaminantes (lodos de perforación).
3. Tratamiento con ácidos en cabina plástica extractora de humos:
  - Colocar la muestra en recipiente plástico (50 gr.).
  - Cubrir la muestra con HCL (35%).Se deja reaccionar hasta que desaparezca reacción (1h).
  - Lavar sobre filtro de 10 micrones de apertura, para eliminar finos.
  - Cubrir con HF (75%) y dejar hasta que desaparezca reacción.
  - Lavar sobre filtro de 10 micrones para eliminar finos.
  - Cubrir la muestra con una solución HNO<sub>3</sub> y KClO<sub>4</sub>. El tiempo requerido depende de la composición litológica de la muestra.
  - Lavar sobre filtro de 10 micrones para eliminar finos.
4. Separación de material mineral utilizando vidrio de reloj (densidad)
  - Se lava sobre filtro de 10 micrones el material sobrenadante.
5. Montaje de placa con material sobrenadante utilizando base polivinilica y bálsamo de Canadá.
6. En plancha de secado se deja curar la placa.
7. Análisis bajo microscopio para chequear calidad de la preparación

Material Utilizado para preparaciones Palinológicas.

#### Reactivos Químicos:

- Acido Clorhídrico
- Acido Fluorhídrico
- Acido Nítrico
- Clorato de Potasio
- Bálsamo de Canadá (pegante)

#### Equipos:

- Microscopio binocular
- Baño Ultrasonido
- Plancha de secado
- Cabina extractora de gases
- Mortero y pistilo de maceración



**Implementos:**

- Tarros plásticos
- Bolsas plásticas
- Marcadores
- Mallas para filtración
- Tamiz de filtrado
- Agitadores
- Vidrio de reloj (separación)
- Stickers para marcar
- Placas porta objetos
- Placas cobicobjetos
- Bandejas de archivo

**1.4.2. PREPARACION DE MUESTRAS FORAMINIFEROS**

1. Manejo de las muestras, Recepción, Listados. Empaque, Etiquetado etc.
2. Lavado de las muestras (H<sub>2</sub>O) para eliminar contaminantes.
3. Secado de muestras en tazas metálicas.
4. Cubrir la muestra con Detergente industrial no enzimático. Separar constituyentes de la muestra.
5. Lavado sobre tamiz malla 200.
6. Secado de la muestra
7. "Picking", separación manual de los microfósiles por tamaños utilizando tamices número 20,40,60,80, 100, 120, 140 y fondo.
8. Preparación de placa de estudio.
9. Análisis bajo la lupa binocular.

Material Utilizado para preparaciones micropaleontológicas.

**Equipos:**

- Ultrasonido
- Recipientes resistentes al calor
- Tamices malla standar de 8inch
- Estufa gas tipo cocina
- Lupa binocular con zoom hasta 400 aumentos
- Juego de tamices malla standar de 3 ¼ pulgadas con apertura de 10 micrones hasta 200 micrones
- Bandejas standar para Picking
- Cámara digital de 12.5 pixels
- Mortero y pistilo para desagregar

**Reactivos:**

- Peroxido
- Jabón no enzimático
- Cuaterna
- Soda cáustica
- Azul de metileno
- Nafta (kerosene o varsol)
- Xileno de inmersión
- Goma tragacante al formaldehído

**Materiales:**

- Brochas de cerda
- Pinceles de marta
- Placas portaforaminíferos
- Bolsas plásticas
- Rótulos
- Marcadores

**1.5 IDENTIFICACION Y CONTEO DE ESPECIES**

Las preparaciones Palinológicas (slides) fueron analizadas utilizando un fotomicroscopio de luz transmitida AmScope T 7008/2009, el cual cuenta con oculares de 15x y objetivos de 100x, 40x, 20x, 10x y 4x.

Las placas de foraminíferos fueron analizadas bajo la lupa binocular de luz directa AmScope ZM-4TW3/2009 la cual cuenta con oculares de 10x, 20x y 30 x y un stereo zoom que va de 0.67 a 8.5.

Para la identificación de las especies se tuvo en cuenta la bibliografía disponible hasta el momento (ver Bibliografía) y la experiencia de mas de 20 años de cada uno de los Bioestratígrafos involucrados en esta Consultoría.

Los resultados obtenidos de estos estudios, se registraron en hojas individuales de análisis para cada una de las muestras involucradas, las cuales incluyen:

- Tipo de análisis
- Identificación de Muestra
- Posición de la muestra en la columna
- Número de control de laboratorio
- Grupo al que pertenecen los Palinomorfos y los Foraminíferos
- Nombre de la especie identificada, cantidad con que aparece y porcentaje que alcanza en la asociación de microfósiles.
- Tipo y porcentaje de los componentes de la Materia Orgánica (Palinología).
- Edad establecida según los microfósiles recuperados
- Zona Bioestratigráfica a la cual pertenece la asociación de microfósiles
- Ambiente de depósito interpretado teniendo en cuenta los microfósiles identificados, la materia orgánica recuperada y los minerales singenéticos.

## **1.6 DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE ESPECIES**

Estos Diagramas se elaboraron utilizando el programa Corel Draw X-4 siguiendo un formato establecido por Bioss Ltda. en los cuales se presenta de izquierda a derecha

- Edad
- Zonas Bioestratigráficas
- Unidades Bioestratigráficas
- Posición de las muestras en las secciones estratigráficas
- Nombre de los microfósiles identificados y ploteo de las cantidades reportadas

## **1.7 CUADROS RESUMENES Y TABLAS**

Estos Cuadros y Tablas que acompañan a cada una de las secciones analizadas se elaboraron utilizando el programa Excel 2007.

En los Cuadros Resumen se presenta de izquierda a derecha

- Identificación de las muestras
- Posición de la muestra en la columna estratigráfica
- Litoestratigrafía
- Número de laboratorio de la preparación Palinológica y/o Micropaleontológica
- Principales eventos Bioestratigraficos
- Edad
- Ambientes de deposito

## **1.8 TEXTO DEL REPORTE**

Para la elaboración del Texto del Reporte se utilizó el programa Office 2007.

De este reporte se entregan dos (2) originales impresos y dos (2) copias digitales las cuales contienen la totalidad de la información presente en los originales impresos.

Para cada una de las Secciones Estratigráficas analizadas se abrió una carpeta independiente la cual incluye:

- Texto
- Mapa de localización
- Tabla de Formaciones e intervalos
- Tabla de relación de muestras analizadas
- Cuadro Resumen
- Diagrama de distribución estratigráfica de especies
- Columna estratigráfica
- Planchas fotográficas (excepto secciones estériles en microfósiles)

## **1.9 PREPARACIONES BIOESTRATIGRAFICAS**

Forman parte integral de este Estudio de Consultoría las Preparaciones Palinológicas (Slides), los residuos de las preparaciones Palinológicas y las Placas de estudio de foraminíferos.

Las Preparaciones Palinológicas y Micropaleontológicas, se presentan en bandejas de archivo especialmente diseñadas por BIOS S Ltda. Para cada una de las secciones analizadas se ha preparado bandejas independientes, las cuales se identifican con el nombre de la Sección correspondiente.

La totalidad de las bandejas de archivo se encuentran dentro de cajas plástica marcada como Preparaciones Palinológicas o Preparaciones Micropaleontológicas.

Los residuos de las preparaciones Palinológicas se presentan en frascos de archivo debidamente identificados y herméticamente sellados. Estos frascos de archivo se encuentran dentro de una caja plástica marcada como Residuos Palinológicos.

Es necesario tener en cuenta que de la mayoría de las muestras encontradas como estériles en Palinomorfos, no queda residuo y es por ello que el número de frascos de archivo es menor que el número de preparaciones Palinológicas.

Siguiendo instrucciones de la Dra. Clemencia Gómez, interventora de la ANH, las preparaciones Palinológicas y Micropaleontológicas así como los residuos de las preparaciones Palinológicas se entregaron a la Litoteca Nacional en Bucaramanga.

### **1.10 MICROFOTOGRAFIAS**

Las fotos de palinomorfos se tomaron utilizando el fotomicroscopio AmScope T7008/2009 el cual incluye una cámara digital MD700. Para la recepción de imágenes digitales se utilizó un computador portátil DELL Inspiron 5100 y el programa Microscope Digital Camera Model No. MD900.

Las fotografías de foraminíferos fueron tomando utilizando el microscopio modelo ZM-4TW3-2009 el cual incluye una cámara digital 5M de 12 pixeles. Para la recepción de las imágenes se utilizó un computador portátil HP Pavillon 7160 y el programa Microscope Digital Camera 5M-2009.

La totalidad de las fotos palinológicas se tomaron con objetivos de 100 (aceite) y oculares de 15x para una magnificación de la imagen original de 1.500x.

Las fotos palinológicas seleccionadas para las planchas fotográficas incluyen una escala de 30 micrones. Las fotos de foraminíferos se tomaron a diversas escalas, puesto que para obtener los focos más detallados es necesario variar el zoom.

Los Palinomorfos y Foraminíferos fotografiados corresponden a especies consideradas como marcadores principales las cuales fueron utilizadas para las interpretaciones bio/crono estratigráficas y se presentan en las Planchas Fotográficas que acompañan a las determinaciones Bioestratigráficas de cada una de las secciones analizadas.

## 1.11 PERSONAL PARTICIPANTE

En este proyecto “**CONSULTORIA PARA EL ANALISIS E INTERPRETACION BIOESTRATIGRAFICA DE LAS CUENCAS SINU-SAN JACINTO, CESAR-RANCHERIA, CHOCO Y CORDILLERA ORIENTAL**” participaron como interventores de la A.N.H.

- Andrés Pardo                      Geólogo Palinólogo
- Clemencia Gómez                Geóloga Palinóloga

El grupo de Bioestratigrafos estuvo compuesto por:

- Pedro Morales                    Geólogo Palinólogo
- Rosa Esther Navarrete        Geóloga Micropaleontóloga
- Francisco Parra                 Geólogo asistente Micropaleontología
- Gonzalo Medina                Laboratorista de Palinología

El trabajo fue llevado a cabo en las oficinas de BIOSS LTDA en Bogotá y contó en forma adicional con la permanente colaboración de:

- Carolina Fernández            Secretaria
- Ernesto Dueñas                Supervisor de dibujo y reproducciones.
- Carolina Cáceres                Supervisión de información

La coordinación general del proyecto estuvo a cargo del Bioestratígrafo Hernando Dueñas Jiménez Gerente General de BIOSS LTDA.

## 1.12 PRESENTACION DEL REPORTE

Este reporte es presentado en Seis (6) volúmenes, que corresponden con fólderes de 3 argollas en D de 1 ½" de grosor.

Volumen I contiene el cuerpo del reporte consiste de la introducción, integración e interpretación de la información Bioestratigrafica obtenida durante este estudio regional.

Los Volúmenes II y III presentan las determinaciones bioestratigraficas de las Secciones provenientes de la Cuenca Cordillera Oriental.

El Volumen IV presenta las determinaciones Bioestratigraficas de las Secciones provenientes de la Cuenca Cesar-Ranchería.

El Volumen V presenta las determinaciones Bioestratigraficas de las Secciones provenientes de la Cuenca Choco (Tado).

El Volumen VI presenta las determinaciones Bioestratigraficas de las Secciones provenientes de la Cuenca Sinu-San Jacinto.

Para cada una de las Secciones analizadas se presenta:

- I. Introducción
- II. Análisis Palinológicos y/o Análisis Micropaleontológicos
- III. Cuadro Resumen
- IV. Diagrama de distribución estratigráfica de microfósiles
- V. Columna Estratigráfica de la Sección
- VI. Fotos de los microfósiles mas representativos

## CAPITULO 2

### 2.1 BIOESTRATIGRAFIA.

### 2.2 ZONIFICACION PALINOLOGICA INTRODUCCION Y RESUMEN

El propósito práctico del análisis palinológico de las muestras de superficie colectadas en las diez secciones estratigráficas medidas en la Cordillera Oriental (Área de Tasco, Boyacá), fue el de establecer subdivisiones Cronoestratigráficas y Bioestratigráficas consistentes y confiables de las secuencias analizadas (Anexo T-1). Esto se realizó con el objeto de tratar de mejorar y refinar las correlaciones establecidas y tratar de colaborar en la solución de los problemas geológicos en el área de estudio. Aunque el recobro de Palinomorfos en las secciones estudiadas no fue el mejor, se pudieron establecer dentro del Paleoceno y Cretáceo Superior zonas bioestratigráficas. Los sedimentos correspondientes a la sección Pre-Coniaciano presentan conjuntos de Palinomorfos muy pobres y generalmente alterados al punto de perder sus características particulares (ver hojas de análisis). En relación con el Terciario (Eoceno o más joven) no se estudiaron sino unas pocas muestras de la Formación Picacho que se encontraron en su gran mayoría estériles en Palinomorfos. Por esta razón no se determinó una zonificación para el Post-Paleoceno en la región.

Las subdivisiones bioestratigráficas (Anexo T-1) se establecieron basadas principalmente en el punto de extinción (Topes) y en la primera aparición cronológica (Bases) de una o más especies de Palinomorfos. La frecuencia relativa de grupos importantes de microfósiles fue también considerada y ha sido utilizada como una herramienta adicional para correlaciones donde otros métodos fracasan. Las zonas Palinológicas presentadas en este reporte son zonas bioestratigráficas y por lo tanto no fueron consideradas “a priori” como unidades cronoestratigráficas. Sin embargo, en las Cuencas Subandinas de Colombia su sucesión es muy similar, si no idéntica, cuando se encuentran definidas en las secuencias que Biostrat ha investigado. Las evidencias disponibles indican que ellas son “síncronas” en Colombia Oriental. En muchos casos en el Cretáceo las edades de las Biozonas han sido calibradas gracias a la presencia de foraminíferos planctónicos.



## 2.2.1 BIOZONAS PALINOLOGICAS

### 2.2.1.1 CRETACEO

Como se mencionó anteriormente, debido al pobre recobro en la secuencia sedimentaria Pre-Coniaciano no fue posible establecer una Biozonificación completa del Cretáceo en el área de estudio. En la Sección Cretácica de la Cuenca del Valle Superior del Magdalena el recobro de Palinomorfos es muy bueno y la zonación Palinológica es muy completa y se presenta en el Anexo T-1 para comparación.

En el área de estudio (Cordillera Oriental, Cesar Ranchería) se reconocieron para el Cretáceo, una SuperZona Palinológica, cuatro Zonas y dos SubZonas, las cuales se discuten a continuación.

#### **Dinogymnium Superzona**

Esta SuperZona incluye sedimentos del Senoniano en Colombia Oriental. En la región trabajada, esta unidad Bioestratigrafica ha sido subdividida en dos Biozonas y dos subzonas (Anexo T-1).

El limite superior de esta SuperZona esta marcado por le punto de extinción de *Senegalinium bicavatum*, de varias especies de *Andalusiella* (*A.mauthei*, *A. mauthei aegyptiaca*) la caída de la frecuencia relativa de varias especies de *Dinogymnium* y la primera aparición paleontológica de *Proteacidites dehaani* entre otros.

La base no esta definida por la falta de recobro, pero en otras cuencas subandinas de Colombia se identifica por la primera aparición del género *Dinogymnium* y la presencia del foraminífero *Whitinella* que se encuentra en el "Zona T" de edad Turoniano de la cual no hay recobro de Palinomorfos.

#### **Zona de Aequitriradites**

Esta es la más antigua de las Unidades Bioestratigráficas establecidas en este trabajo. Esta zona está definida en el tope por el punto de extinción de *Aequitriradites* spp. y *Callialasporites trilobatus*.

Los conjuntos de Palinomorfos recobrados de los sedimentos correspondientes a esta Zona se caracterizan por la coocurrencia de *Callialasporites trilobatus*, *Callialasporites dampieri* y varias especies de *Aequitriradites* entre otros en las cuencas del Putumayo y el Magdalena Superior.

En el área de estudio, debido al pobre recobro dentro de las areniscas de la Formación Une solo se encontraron varias especies de *Aequitriradites* y un espécimen de *Callialasporites cf. trilobatus*.

La base de esta unidad Bioestratigráfica no se encontró en la secuencia estudiada.

### **Zona de Palaeohystrichophora Infusorioides-Spidinium Echinoideum**

Los conjuntos de palinomorfos que pertenecen a esta Zona se caracterizan por la abundancia de *Palaeohystrichophora infusorioides* y la presencia de *Spidinium echinoideum*. Estas especies de dinoflagelados se encuentran acompañadas variablemente por *Coronifera oceánica*, *odontochitina operculata* y *Pterospermella* spp. El límite superior de esta Biozona lo define el punto de extinción de *P. infusorioides* y *S.echinoideum*. La base de la unidad está marcada por la primera aparición paleontológica de *S.echinoideum*.

En el área del proyecto, esta biozona tiene un rango que va del Campaniano Temprano al Coniaciano Tardío.

### **Zona de Andalusiella**

El límite superior de esta biozona corresponde al tope de la SuperZona de *Dinogymnium*. La base de la unidad se define por la primera aparición paleontológica de *Andalusiella* spp. y el punto de extinción de *P. infusorioides* y *S. echinoideum*. La zona de *Andalusiella*, de edad Maastrichtiano Temprano a Campaniano Tardío, ha sido subdividida en dos SubZonas que se discuten a continuación.

#### **SubZona de Trichodinium Castaneum-Cerodinium Granulostratum**

Las asociaciones de Palinomorfos correspondientes a esta SubZona se caracterizan por la concurrencia de varias especies de *Andalusiella*, *Trichodinium castaneum* y *Cerodinium granulostratum* y corresponden al Campaniano Tardío.

El límite superior de la Unidad lo define principalmente el punto de extinción de *T. castaneum* y *C.granulostratum*. La base de la SubZona la marca la primera aparición de *Andalusiella* spp. y el punto de extinción de *S.echinoideum* y *P.infusorioides*.

#### **SubZona de Andalusiella Gabonense-Senegalinium Bicavatum.**

Esta SubZona corresponde a la parte superior de la zona de *Andalusiella* y representa al Maastrichtiano Temprano en el área de estudio.

El límite inferior de la unidad está definida por el punto de extinción de *T.castaneum* y *C.granulostratum*. El tope lo define el punto de extinción de *Andalusiella gabonense*, *Senegalinium bicavatum* y la primera aparición de *Buttinia andrevii* y/o *Proteacidites dehaani*. La SubZona se caracteriza por la abundancia de varias especies de *Andalusiella* y la presencia de *S.bicavatum*.

### **Zona de *Proteacidites Dehaani-Buttinia Andreevi***

La zona de *Proteacidites dehaani-Buttinia andreevi* (Maastrichtiano Tardío) esta caracterizada por la presencia de las especies que le dan el nombre y las cuales están acompañadas por palinomorfos importantes estratigráficamente como *Crusafontites grandiosus*, *Duplutriporittes ariani*, *spinizocolpites echinatus*, *Echimonocolpites franciscoi* entre otros.

Las asociaciones de esta Unidad están compuestas casi exclusivamente por Polen y Esporas en contraste con las Zonas subyacentes del Cretáceo cuya composición esta dominada por conjuntos de Dinoflagelados.

El tope de la zona esta marcado por la primera aparición de palinomorfos restringidos al Paleoceno. La base se identifica por el punto de extinción de algunas especies de *Dynogymnium*, *Andalusiella* y *Senegalinium bicavatum*, entre otros Dinoflagelados.

### 2.2.1.2 TERCIARIO

Como se menciona anteriormente solo fue posible establecer una Zonación palinológica en los sedimentos del Paleoceno en el área de estudio. Una SuperZona palinológica, dos Zonas y una SubZona fueron definidas.

#### **Superzona de *Proxapertites operculatus***

La más antigua subdivisión Palinológica reconocida en el Terciario es la SuperZona de *Proxapertites operculatus* de edad Paleoceno. El tope de esta Unidad esta definido por el punto de extinción de *Foveotricolpites perforatus*, *Bombacacidites annae* y otros palinomorfos restringidos al Paleoceno. El limite inferior esta marcado por el punto de extinción de *Buttinia andreevi* y *Proteacidites dehaani* entre otros.

Esta unidad Bioestratigrafica ha sido reconocida en la Cuencas Subandinas de Colombia donde la secuencia paleocena esta presente y se caracteriza por la gran abundancia relativa de *P.operculatus* que en el área de estudio llega a representar hasta un 86 por ciento del conjunto de Palinomorfos.

La SuperZona de *P.operculatus* ha sido subdividida en dos Zonas que se discuten a continuación.

#### **Zona de *Ctenolophonidites Lisamae***

Esta biozona fue reconocida en la Cuenca Cesar- Ranchería donde se encuentra dentro de los sedimentos de la Formación Los Cuervos y fue propuesta por Germeraad et al (1968) para el área del Caribe. Aunque en la sección estudiada no se presenta ni el tope ni la base de la unidad bioestratigráfica, en otras áreas el tope esta definido por la primera aparición de *Foveotricolpites perforatus*.

Las asociaciones de microfósiles pertenecientes a esta biozona contienen formas restringidas al Paleoceno como son *Ctenolophonidites lisamae*, *Psilamonocolpites Operculatus*, *Columbipollis tropicales* y *Bombacacidites annae*.

Una Unidad bioestratigráfica menor fue reconocida en la Sección La Victoria Becerril. Esta Unidad es la SubZona de *Longapertites proxapertitoides* que se encuentran en la parte superior de la zona de *C. lisamae*. Aunque solo se ha encontrado en la Sección estudiada y su extensión regional no ha sido probada, puede ser útil para correlaciones locales y datación puesto que es definitivamente de edad Paleocena.

### **Zona de *Foveotricolpites perforatus***

Los conjuntos de palinomórfos característicos de esta Unidad Bioestratigráfica están compuestos de Polen y Esporas importantes estratigráficamente como son *Foveotricolpites perforatus*, abundantes *Proxapertites operculatus*, *Bombacacidites annae*, *Corsinipollenites psilatus*, *Psilamonocolpites operculatus* y *Longapertites vaneenderburgi* entre otros. Esta asociación es típica del Paleoceno Tardío en las cuencas subandinas de Colombia y corresponde a la Biozona (Range zone) de *Foveotricolpites perforatus* propuesta por Germeraad et al (1968) y Muller et al (1987) para el norte de Suramérica y el Caribe.

El límite superior de esta Unidad está definido por el punto de extinción de *F.perforatus* y de los Palinomorfos restringidos al Paleoceno y la base está marcada por la primera aparición Paleontológica de la misma especie.

## 2.3 ZONIFICACION DE FORAMINIFEROS

### 2.3.1 CUENCA DE LA CORDILLERA ORIENTAL

En las secciones C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C10 de la Cordillera Oriental y analizadas mediante foraminíferos en el presente estudio, en general las asociaciones foraminiféricas son pobres y mal desarrolladas. Las más jóvenes consisten casi exclusivamente de foraminíferos bentónicos arenáceos de biocrón largo y los marcadores de Zonas bioestratigráficas de aplicación regional no se presentan. En tanto en la sección C-9, si ocurre una asociación foraminiférica, dominada por foraminíferos planctónicos buenos índices y formadores de zonas bioestratigráficas (Anexo T-2)

De más antiguo a más reciente dentro de la Formación Los Pinos, en la Sección C-9, se reconocieron las siguientes Biozonas:

#### **Zona de *Dicarinella primitiva* de edad Coniaciano**

La Biozona *Dicarinella primitiva*, se reconoció con base en la presencia de *Dicarinella primitiva* (Dalbiez). Además están presentes otros planctónicos como *Dicarinella imbricata* (Mornod), *Marginotruncana sinuosa* Porthault, *Whiteinella inornata* (Bolli), *W. archaeocretacea* Pessagno y *Heterohelix reussi* (Cushman). Entre los foraminíferos bentónicos, sobresale *Anomalina redmondi* Petters.

#### **Zona de *Dicarinella concavata* de edad Coniaciano - Santoniano.**

Esta Biozona, se estableció con base aún en la presencia de *Dicarinella primitiva* (Dalbiez) en asociación con *Hedbergella flandrini* Porthault, *H. delrioensis* (Carsey), *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, *W. inornata* (Bolli), *W. archaeocretacea* Pessagno. Son comunes en este límite las formas de transición *Whiteinella / Archaeoglobigerina* y *Dicarinella / Archaeoglobigerina blowi*, en ausencia de planctónicos cuyo nivel de aparición ocurre ya en el Santoniense. Entre los bentónicos *Anomalina redmondi* Petters, es muy común.

#### **Zona de *Dicarinella asymetrica* de edad Santoniano.**

La Biozona *Dicarinella asymetrica*, se estableció con base en el registro de *Rugoglobigerina pilula* Belford y se sustenta también en su asociación con *Archaeoglobigerina cretacea* (d'Orbigny) (forma típica), *A. blowi* Pessagno, *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, *W. inornata* (Bolli), *W. archaeocretacea* Pessagno y *Globigerinelloides ultramicra* (Subbotina), cuyos registros solo son congruentes en esta Biozona. La edad Santoniano (probable parte alta de la Zona de *Dicarinella asymetrica*), se estableció con base en el rango de *Rugoglobigerina pilula* Belford, entre sus congéneres especie única de edad Santoniano. Es en la parte alta de esta biozona en donde se localiza la ocurrencia más alta de Dicarinellas, Whiteinellas y de algunos Heterohelicidae, entre ellos *Heterohelix reussi* (Cushman).

### 2.3.2 CUENCA DEL CHOCO (TADO)

En las secciones estratigráficas Quebrada San Bernabé, Quebrada Manantial, Quebrada Manungara, Quebrada La Cuelga, Quebrada La Larga y Quebrada Santa Catalina, del occidente colombiano sector de Tadó (Chocó), y analizadas mediante foraminíferos en el presente ensayo, en general las asociaciones foraminiféricas son escasas, mal desarrolladas y moderadamente preservadas. En conjunto, estas consisten casi exclusivamente de foraminíferos bentónicos arenáceos con sílice como cementante y provienen de ambientes profundos. En su mayoría aunque de biocrón largo permitieron establecer algunas asociaciones de valor bioestratigráfico y solo se reconoció una zona de foraminíferos planctónicos de aplicación regional (Anexo T-2)

**Zonas P11/P17** (Zonas de foraminíferos planctónicos Berggren *et al.*, 2005), de edad Eoceno medio a Eoceno tardío. Contiene una rica y bien desarrollada asociación de foraminíferos planctónicos presentes con los principales biomarcadores estratigráficos *Turborotalia pseudoampliapertura*, *Subbotina angiporoides*, *S. eocaena*, *S. yeguaensis*, *S. linaperta*, *S. gortanii*, *Dentoglobigerina aff. tapuriensis*, *D. tripartita* y *Catapsydrax pera*. Reconocida únicamente en la Formación Iró de la Sección estratigráfica Quebrada San Bernabé (Tadó).

**Zona M5** (Zona de foraminíferos planctónicos Berggren *et al.*, 2005), de edad Mioceno medio basal. Contiene los principales biomarcadores y formadores de Zona *Globorotalia praescitula* y *Praeorbulina glomerosa*. Esta Zona se reconoció en la Formación Istmina de la Sección Estratigráfica de la Quebrada La Larga (Tadó).

### 2.3.3 CUENCA SINU – SAN JACINTO

En los núcleos de los pozos P-03, P-07 y P-08 de la cuenca del Sinú del noroccidente colombiano y analizadas mediante foraminíferos en el presente ensayo, en general las asociaciones foraminiférica son frecuentes, moderadamente desarrolladas y exhiben preservación regular. Las asociaciones recuperadas permitieron reconocer las biozonas de foraminíferos planctónicos del Paleógeno de Berggren & Pearson (2005), de aplicación transcontinental, de más antiguo a más reciente se reconocieron:

#### **Zonas de foraminíferos planctónicos P4/P5**

Contiene los principales foraminíferos planctónicos biomarcadores estratigráficos *Morozovella acuta*, *M. angulata* y *M. aequa*, los cuales caracterizan las Zonas de foraminíferos planctónicos P5/P4, de edad Paleoceno tardío. Entre los foraminíferos bentónicos consistentes con esta edad, se hallan *Bulimina quadrata*, *Bathysiphon paleocenicus*, *Pleurostomella paleocenica*, *Gyroidinoides depressa* y *Anomalinoidea praeacuta*, también están presentes *Spiroplectamina grzyboowskii* y *Rzehakina epigona*,

bentónicos de edad muy controvertida pero muy frecuentes en las rocas del Paleoceno a Eoceno. Esta biozona fue reconocida en el núcleo del Pozo P03

#### **Zonas de foraminíferos planctónicos P5/P9**

Presenta una asociación caracterizada por *Acarinina collactea*, *A. bullbrookii*, *Igorina sp.* y *Guembeltrioides lozanoi*, los cuales permiten señalar la presencia de las Zonas de foraminíferos planctónicos P9/P5, de edad Eoceno temprano a Paleoceno tardío. Están presentes además los bentónicos *Siphonodosaria nuttalli*, *Bulimina corrugata*, *B. impedens* y *Lenticulina clericii*. Esta biozona se reconoció en el núcleo del Pozo P-08.

#### **Zona de foraminíferos planctónicos P15.**

Caracterizada por la común ocurrencia de los principales biomarcadores estratigráficos *Paragloborotalia griffinoides*, *Turborotalia pomeroli*, *Subbotina linaperta* y *Paragloborotalia nana* los cuales coexisten en esta Biozona de edad Eoceno tardío a Eoceno medio. Entre los foraminíferos bentónicos más frecuentes se hallan *Lenticulina americana*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina p. dirupta*, *Cassidulina californica* y *C. subglobosa*. Esta biozona se reconoció en el núcleo del Pozo P-08.

#### **Zona de Foraminíferos planctónicos P19 a/P16**

De edad Eoceno tardío a Oligoceno temprano. Caracterizadas por la presencia de *Globigerina officinalis*, *Pseudohastigerina micra*, *Globorotaloides suteri*, *Subbotina eocaena*, *S. angiporoides*, *S. brevis*, formas de transición *Globigerina angulisuturalis/Tenuitellinata angustiumbilicata* y *S. yeguaensis*. Es importante señalar que la asociación de macrobentónicos llamada aquí Asociación MB, en el Pozo P08, se presenta en estas biozonas, lo cual resulta de gran valor bioestratigráfico, ya que los planctónicos coetáneos fueron muy susceptibles a la disolución. Esta biozona se reconoció en el núcleo del Pozo P-08.

#### **Zona de foraminíferos planctónicos P20/P18**

Una población muy bien desarrollada de foraminíferos planctónicos, la cual contiene los principales biomarcadores *Subbotina gortanii*, *S. yeguaensis*, *S. eocaena*, *Dentoglobigerina tripartita*, *Turborotalia ampliapertura*, *T. increbescens*, *Globorotaloides suteri*, *Catapsydrax dissimilis*, *C. unicavus*, *Pseudohastigerina micra* y *Globigerina officinalis*, los cuales indican la Biozona P20/P18 de edad Oligoceno temprano. Esta biozona se reconoció en el núcleo del Pozo P-07.

#### **Zonas de foraminíferos planctónicos P21b/P22**

Contiene los principales marcadores estratigráficos *Globigerina ciperoensis* y *Paragloborotalia opima* del Oligoceno tardío, Entre otros de alta frecuencia y no menos importantes se hallan *Paragloborotalia nana*, *P. siakensis*, *Turborotalia euapertura*,



*Globigerinella obesa*, *Subbotina gortanii*, *Catapsydrax dissimilis*, *C. unicavus* y *Globorotaloides suteri*. Esta biozona se reconoció en el núcleo del Pozo P-03.

Zona de foraminíferos planctónicos P22 de edad Oligoceno tardío, se caracteriza por muy bien desarrolladas asociaciones foraminífericas, las cuales contienen los formadores de la Zona *Paragloborotalia opima* y *Globigerina ciperoensis*. Se presentan además otros no menos importantes y compatibles con esta edad como *Fohsella peripheroronda*, *Catapsydrax stainforthi*, *C. dissimilis*, *C. unicavus*, *Cassigerinella chipolensis*, *Paragloborotalia siakensis*, *Paragloborotalia mayeri*, *Dentoglobigerina tapuriensis*, *D. tripartita*, *D. globulosa*, *Globigerinella obesa*, *Globorotaloides suteri*, *Subbotina gortanii*, y *Zeaglobigerina labiacrassata*. Esta biozona se reconoció en el núcleo del Pozo P-08.

## **2.3.4 OTRAS ASOCIACIONES FORAMINIFÉRICAS DE VALOR BIOESTRATIGRÁFICO PERO QUE NO CONSTITUYEN BIOZONAS**

### **2.3.4.1 CORDILLERA ORIENTAL**

#### **Asociación 1**

Con los foraminíferos bentónicos *Rzehakina epigona*, *Sicomassilina* spp. *Silicosigmolina* spp., de probable edad Paleoceno. Reconocida en la formación Arcillas de Socha en la sección C1 y en la Formación Guaduas de la Sección C6.

#### **Asociación 2**

Con los foraminíferos bentónicos *Ammobaculites colombianus*, *A. albertensis*, *A. povatus*, *A. alexanderi*, *Silicosigmoilina californica*, diversas especies de *Haplophragmoides*, como: *H. walteri*, *H. excavata*, *H. calcula* y *H. robulus* entre otros. De probable edad Campaniano (Campaniano tardío) a Maastrichtiano, reconocida en las formaciones Los Pinos (de la sección C2 y C10), Plaeners 2 (Secciones C4 y C9) y Arenisca tierna (Sección C6). La edad probable de esta asociación se basa en su común ocurrencia en la Sección C9 con los foraminíferos planctónicos *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno, *A. bosquensis* Pessagno, *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi) y *Heterohelix globulosa*, (Ehrenberg), cuya coexistencia solo tiene lugar en dicho lapso temporal.

### **2.3.4.2 CUENCAS CHOCO (TADO) Y SINU - SAN JACINTO**

Los materiales de las secciones estudiadas del área de Tadó, contienen poblaciones foraminífericas mal desarrolladas aunque abundantes, dominadas por foraminíferos arenáceos robustos bien preservados de amplio rango bioestratigráfico; sin embargo, algunos elementos son sugestivos de edades particulares y pueden servir para comparación local en ausencia de otros indicadores, como:

### **Asociación B3**

Consiste de foraminíferos bentónicos característicos del Campaniano a Maastrichtiano del norte de Texas, entre ellos *Lagena sulcata*, *Ellipsonodosaria stephensoni*, *Lenticulina taylorensis*, *L. aculeata*, *L. munsteri*, *Pleurostomella subnodosa*, *Gyroidina globosa*, *Gavelinella nacatochensis*, *Anomalina ammonoides* y *Dentalina aculeata*, La edad se basa en la asignada a los estratotipos de las formaciones texanas. La asociación B3 se reconoció en la Formación Cansona de la Sección Estratigráfica de la Quebrada Arroyo Peñitas.

### **Asociación 3**

Contiene una rica y variada población de bentónicos arenáceos, con *Glomospira gordialis*, *G. irregularis*, *Reticulophragmium amplexans*, *Cyclammina placenta*, *Spiroplectammina spectabilis*, *Karrerella conversa*, *Ammodiscus latus*, *Reophax pilulifer*, *Haplophragmoides rotundidorsatum*, *H. jarvisi*, *Trochamminoides variolarius* y *T. deflexiformis*, de edad Eoceno medio a Eoceno tardío. Su asociación con planctónicos característicos de las Biozonas de planctónicos P11/P17 permiten asignarle la edad indicada. La asociación 3 se reconoció en la Formación Iró de la Sección Estratigráfica de la Quebrada San Bernabé.

### **Asociación MB**

Constituida principalmente por macrobentónicos como *Operculinoides lissoni*, *Amphistegina radiata*, *Ranikothalia sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Operculinoides sp.*, *Nummulites sp.*, *Amphistegina sp.*, *Reticulophragmium amplexans*, los miliólidos *Quinqueloculina lamarckiana*, *Q. imperialis*, *Miliola saxorum*, *Triloculina trigonula*, *Spiroloculina depressa* y *Lenticulina sp.*; de edad Eoceno superior a Oligoceno inferior. Estos bentónicos hasta el presente ha sido posible acotarlos con foraminíferos planctónicos como se logro en P07 y en P08, lo cual ha permitido establecer la edad enunciada; la asociación foraminiférica además contiene *Trochammina ex gr. Globigeriniformis Bathysiphon eocenicus* y *Spiroplectammina spectabilis*, que son foraminíferos bentónicos arenáceos muy frecuentes en las rocas del Eoceno superior a Oligoceno inferior en la mayoría de las plataformas de carbonatos en el mundo. Esta asociación se reconoció en los núcleos de los pozos P03 y P07

### **Asociación 4**

Contiene abundantes ejemplares y pocas especies de los foraminíferos bentónicos arenáceos *Martinottiella communis*, *Reticulophragmium rotundidorsatum*, *Cyclammina incisa* y *Trochammina ex gr. globigeriniformis*, de probable edad Oligoceno tardío a Mioceno temprano. La edad se basa en su asociación con el género planctónico *Globigerinoides*, el cual por si solo indicaría no más antiguo que Oligoceno terminal comienzo del Mioceno. Adicionalmente, ocurren asociados con escasos ejemplares muy mal preservados de los planctónicos *Turborotalia ampliapertura*, *Subbotina yeguaensis* y *Dentoglobigerina tripartita*, los cuales por encima de *Globigerinoides* podrían indicar no

más joven que Mioceno temprano. Esta asociación se reconoció en la formación Istmina de la Sección Estratigráfica de la Quebrada Manungara (Tadó).

#### **Asociación 5**

Contiene los foraminíferos bentónicos *Miliammina fusca* y *Nonion* cf. *incisum*, concurrentes con los planctónicos *Globorotalia praescitula* y *Praeorbulina glomerosa* de edad Mioceno medio bajo. Lo cual permite sugerir para esta asociación una edad similar. Esta Asociación se reconoció en la Formación Istmina de la Sección Estratigráfica de la Quebrada La Larga (Tadó).

#### **Asociación 6**

Contiene los foraminíferos bentónicos *Bathysiphon cylindrica*, *B. arenaceous*, *B. eocenicus*, *B. cylindrica*, *Rzehakina epigona*, *Spiroplectamina* sp. *Glomospira gordialis*, *Rericulophragmium amplexans*, *Ammodiscus latus*, *Subreophax scalaris*, y *Dorothia oxycona* entre otros; edad probable Paleoceno tardío a Eoceno tardío. La edad se basa en su última ocurrencia asociados con el importante biomarcador planctónico *Turborotalia cerroazulensis* s.l. el cual se extingue al techo del Eoceno tardío. Esta Asociación se reconoció en la Formación Iró de las secciones Estratigráficas de la Quebrada Manantial y Quebrada La Cuelga (Tadó). Con excepcional variación introducida por alta abundancia de *Spiroplectamina grzybowskii*, *Saccamina placenta*, *Karrerella conversa* y *Cibicides grimsdalei*, esta asociación se reconoció también en la Formación Arroyo Seco de las Secciones Estratigráficas Quebrada Arroyo Seco (QAS) y Quebrada Arroyo Los Alpes (QLA).

#### **Asociación 7**

Contiene los foraminíferos bentónicos *Bathysiphon annulans* *Karrerulina coniformis*, *Rhizammina indivisa*, *Trochamminoides proteus*, *Paratrochamminoides olszewskii*, los cuales son muy característicos del Paleógeno y desaparecen en el límite Eoceno /Oligoceno. Esta Asociación se reconoció en la Formación Iró de la Sección Estratigráfica de la Quebrada Manantial (Tadó).

## CAPITULO 3

### 1. INTEGRACION BIOESTRATIGRAFICA

En este capitulo, se integra en forma resumida los resultados obtenidos de los análisis Bioestratigráficos llevados a cabo. Esta integración se presenta Cuenca por Cuenca e incluye en todos los casos de:

Un resumen de los resultados obtenidos Formación por Formación.  
Cuadros Resúmenes de cada una de las Secciones analizadas  
Columna Estratigráfica Generalizada de cada Cuenca, en donde se presenta en forma gráfica, la posición estratigráfica relativa de las Secciones analizadas.

#### 1.1 CUENCA CORDILLERA ORIENTAL

Muestras de diez Secciones Estratigráficas levantadas en la región de Tasco, fueron seleccionadas para llevar a cabo determinaciones Bioestratigráficas. Estas Secciones se relacionan a continuación así como los Cuadro Resúmenes que se han preparado para ellas. (Tabla T-CO-1)

SECCIÓN	NOMBRE	CUADRO RESUMEN
C-1	Cosgua-Vereda el Pedregal	C-1,3
C-2	Vereda San Isidro	C-2,3
C-3	Loma El Tahúr	C-3,3
C-4	Tenería	C-4,3
C-5	Puente Cajones	C-5,3
C-6	Quebrada Canelas	C-6,3
C-7	Escuela Buenavista Corrales	C-7,3
C-8	Carretera Corrales	C-8,3
C-9	Quebrada Tenería	C-9,3
C-10	Carretera Corrales – Tasco	C-10,3

**TABLA T-CO-1**

Adicionalmente se seleccionaron para análisis cuatro muestras de la Sección Cerro Bolívar. Desafortunadamente para esta Sección no se contó con la Columna Estratigráfica por lo que no fue posible conocer la Formación a las cuales ellas pertenecían.

La Columna Estratigráfica generalizada para la Cuenca de la Cordillera Oriental se presenta en la Figura T-1 en donde adicionalmente se señala la posición estratigráfica relativa de las Secciones analizadas.

### **Formación Concentración**

Solo una muestra de esta Formación (C5-JR-040B) fue seleccionada para análisis palinológico. Esta muestra fue encontrada estéril en Palinomorfos lo cual nos impidió asignar edad a estos sedimentos.

### **Formación Picacho**

Una muestra de las Sección C-1 y seis muestras de la Sección C-5 fueron seleccionadas para análisis.

La muestra C1-JR-108B arrojó una muy pobre asociación de Palinomorfos y de materia orgánica que permite asignar una edad Eoceno a estos sedimentos depositados en ambientes continentales.

Las seis muestras de la Sección C-5 fueron encontradas estériles en Palinomorfos, lo cual nos impidió asignar edades y ambientes de depósito a estos sedimentos.

### **Formación Arcillas de Socha**

Nueve muestras de esta Formación pertenecientes a la Sección C1 fueron seleccionadas para determinaciones palinológicas y dos de ellas para análisis micropaleontológicos. Las asociaciones palinológicas obtenidas de estas muestras permiten determinar que los sedimentos de la Formación Arcillas de Socha se depositaron en ambientes continentales paludales salobres con moderada energía durante el Paleoceno Tardío, lo cual es confirmado por la presencia de *Rzehakina sp* y de *Silicomassilina sp*. Las asociaciones palinológicas recuperadas pertenecen a la Super Zona *Proxapertites operculatus*, Zona de *Foveotricolpites perforatus*. Los foraminíferos bentónicos recuperados pertenecen a la Asociación 1(Ver AnexoT-2).

### **Formación Areniscas de Socha**

Muestras de esta Formación pertenecientes a las Secciones C1 y C8 fueron seleccionadas para determinaciones Bioestratigráficas.

Las dos muestras de esta Formación en la Sección C1, arrojaron pobres asociaciones palinológicas que permiten determinar que estos sedimentos se depositaron en ambientes litorales durante el Paleoceno. Estas asociaciones pertenecen a la Superzona de *Proxapertites Operculatus*.

Las muestras pertenecientes a las Secciones C8, fueron encontradas estériles en palinomorfos.

### **Formación Plaeners 1**

Una muestra de la Sección C1 fue analizada por métodos palinológicos y micropaleontológicos. Los resultados obtenidos permiten determinar que estos sedimentos se depositaron en ambientes litorales durante el Maastrichtiano Tardío. Las asociaciones palinológicas pertenecen a la Superzona *Proxapertites operculatus*, Zona de *Proteacidites dehaani/Buttinia andreevi* (ver Anexo T-1, Figura T-1)).

### **Formación Guaduas**

Treinta y dos muestras de la Sección C6 fueron preparadas y analizadas por métodos palinológicos. Ocho de estas muestras fueron adicionalmente preparadas por métodos micropaleontológicos.

Los resultados obtenidos, permiten determinar que los sedimentos de la Formación Guaduas se depositaron en ambientes continentales paludales a litorales marinos durante el Maastrichtiano Tardío. Estos sedimentos pertenecen a la Superzona *Proxapertites operculatus*, Zona de *Buttinia andreevi* (ver Anexo T-1) y parcialmente involucran la Asociación de Foraminíferos Bentónicos 1 (Ver Anexo T-2).

### **Formación Arenisca Tierna**

Seis muestras de esta Formación pertenecientes a la Sección C6 fueron analizadas por métodos palinológicos. Cuatro de estas muestras fueron adicionalmente preparadas y analizadas por métodos micropaleontológicos.

Los resultados obtenidos de estos análisis permiten determinar que los sedimentos superiores de la Formación Arenisca Tierna se depositaron en ambientes litorales marinos con gran influencia continental durante el Maastrichtiano Temprano. Estos sedimentos

corresponden parcialmente con la Asociación de Foraminíferos Bentónicos 2 (Ver Anexo T-2).

### **Formación Los Pinos**

Cinco muestras de esta Formación, pertenecientes a la Sección C2 fueron seleccionadas para ser analizadas por métodos palinológicos, mientras que tres muestras de esta misma Sección (C2) fueron seleccionadas para ser analizadas por métodos micropaleontológicos. Los resultados obtenidos de los análisis Bioestratigráficos permiten determinar que estos sedimentos de la Formación los Pinos se depositaron durante el Maastrichtiano Temprano a Campaniano Tardío en ambientes de depósito perimarineros someros y que pertenecen a la Zona de *Andalusiella* (ver Anexo T-1) y parcialmente corresponden con la Asociación 2 de Foraminíferos Bentónicos (Ver Anexo T-2).

Tres muestras de esta misma Formación pertenecientes a la Sección C3 arrojaron muy pobres asociaciones de palinomorfos y de microfósiles. Estas pobres asociaciones sugieren una edad Paleoceno a Maastrichtiano y un ambiente de depósito Perimarino somero para estos sedimentos.

Doce muestras de la Formación Los Pinos pertenecientes a la Sección C10 fueron analizadas por métodos palinológicos y micropaleontológicos. Los resultados obtenidos permiten asignar una edad Campaniano Tardío a estos sedimentos que se depositaron en ambientes Perimarineros. Estos sedimentos pertenecen a la Zona de Palinológica *Andalusiella* y a su vez corresponden parcialmente con la Asociación 2 de Foraminíferos bentónicos (Ver Anexo T-2).

Los resultados obtenidos permiten considerar a la Formación Los Pinos como sedimentos depositados en ambientes Perimarineros en una edad que varía de Campaniano Tardío a Maastrichtiano Temprano. Aparentemente esta Formación no se depositó en forma sincrónica en toda la Cuenca, puesto que su edad es más joven en la Sección C2 (Maastrichtiano Temprano a Campaniano Tardío) que en la Sección C10 en donde en forma clara se establece una edad Campaniano Tardío. En la Sección C2, sedimentos de la Formación Los Pinos descansan directamente sobre sedimentos de la Formación Plaeners 2. En la Sección C10, no se establece ni el tope ni la base de esta Unidad.

### **Formación Plaeners 2**

Una muestra de la Sección 2 y perteneciente a esta Formación se encontró estéril en palinomorfos y en microfósiles.

De la Sección C4 se seleccionaron once muestras para análisis micropaleontológicos y siete para determinaciones palinológicas. Los resultados obtenidos permiten determinar que estos sedimentos se depositaron en ambientes marinos someros en un lapso de tiempo comprendido entre el Campaniano Tardío y el Santoniano Tardío.

Tres muestras de la parte superior de la Sección C9 fueron analizadas por métodos palinológicos y micropaleontológicos. Los resultados obtenidos sugieren para estos sedimentos una edad Campaniano Tardío (?).

De acuerdo a los resultados obtenidos, la edad más confiable para estos sedimentos es la establecida en muestras de la Sección C4 en donde se establece un rango que va del Campaniano Tardío al Santoniano Tardío.

### **Formación Chipaque**

De la Sección C9 se seleccionaron siete muestras para determinaciones palinológicas y diez para análisis micropaleontológicos. Los resultados obtenidos permiten determinar que los sedimentos analizados se depositaron en ambientes Nerítico Interno a Nerítico Externo en un lapso de tiempo comprendido entre el Coniaciano y el Campaniano.

Las Zonas de foraminíferos planctónicos *Dicarinella primitiva* y *Dicarinella concavata*, de edad Coniaciano y la Zona de *Dicarinella asimétrica* de edad Santoniano fueron claramente establecidas (Ver Anexo T-2).

Muestras de la Sección C7 arrojaron muy pobres y fragmentarias asociaciones de palinomorfos y de foraminíferos. Muestras de la parte superior de esta Sección (394,5 a 405) arrojaron pobres asociaciones palinológicas relacionadas con la zona de *Palaeostrychophora infusorioides* lo cual nos permite asignar a estos sedimentos una edad Campaniano a Coniaciano. Entre 363m y 388,2 m la presencia de *Heterohelix reussi* es indicativa de una edad Santoniano a Turoniano.

Sedimentos de la parte inferior de esta Formación arrojaron palinomorfos que sugieren una edad Santoniano (?) a Albiano (?).

Para la Formación Chipaque del área Sogamoso – Yopal, Vergara *et al.* (1997), asignó una edad Cenomaniano a Campaniano con base en foraminíferos aglutinados. La Biozona de *Dicarinella concavata* de edad Coniaciano, en Colombia ha sido reportada del Miembro Cucaita de la Formación Conejo, área de Villa de Leyva (Tchegliakova y Pérez, 1995), en tanto, las biozonas *Dicarinella primitiva*, *D. concavata* y *D. asymetrica*, han sido ampliamente reconocidas en múltiples perforaciones que han alcanzado el Cretáceo en las diferentes cuencas colombianas (reportes internos BIOSSED Ltda., PALEOSEDDES Ltda.)

La Formación Chipaque, en la sección C9 Quebrada Tenería, es rica en foraminíferos planctónicos de edad Coniaciano y Santoniano, se reconocieron las biozonas de foraminíferos planctónicos *Dicarinella primitiva*, *D. concavata* y *D. asymterica*. Si bien *D. asymetrica* no se presenta, se halló *Rugoglobigerina pilula*, especie que según Robaszynski, *et al.* (1984), es exclusiva de esta Biozona de edad Santoniense. *R. pilula* se presenta también en la Formación Lomagorda del Valle Superior del Magdalena (reportes internos Bioss, Ltda, Paleosedes Ltda., Vergara, 1997).



Una Zona de *Anomalina redmondi* / *Haplophragmoides excavata* de edad Coniaciano a Santoniano, fue introducida en Colombia por Burgl & Dumit (1954), más tarde fue usada por Petters (1955), como Zónula de *Anomalina redmondi* de edad Coniaciano, jerarquías que se aplicaron en la estratigrafía del Valle Superior del Magdalena y pronto se usaron mucho más al norte. Aunque excepciones hay, los sentidos dados por los respectivos autores están en desuso, ya que sus límites no claramente establecidos posiblemente oblicuos, carecen de valor cronoestratigráfico.

### **Formación Une**

Muy pobres y mal preservadas asociaciones de palinomorfos se obtuvieron de los sedimentos de la Formación Une en la Sección C-7.

Los sedimentos mas superiores de la Sección C-7 (216,4 a 253,8 m) arrojaron muy pobres asociaciones de palinomorfos caracterizadas por la presencia de *Aequitriradites* sp. y de *Classopollis* sp. lo cual sugiere una edad Albiano a Aptiano o mas antiguo.

Los sedimentos comprendidos entre 9,2 y 191,7 m de la Sección C-7 pertenecientes a la Formación Une han sufrido alta alteración Térmica lo cual impide asignar edades y ambientes de deposito por métodos palinológicos y/o micropaleontológicos.

### **Formación Tibabosa**

La parte base de la Sección C-7 corresponde a sedimentos de la Formación Tibabosa. Estos sedimentos han sufrido muy alta alteración térmica lo cual nos impidió asignar edades y ambientes de depósito a estos sedimentos.

## 1.2 CUENCA CESAR - RANCHERIA

Muestras de ocho Secciones Estratigráficas levantadas en la Cuenca Cesar Ranchería fueron seleccionadas para determinaciones Bioestratigráficas. Estas Secciones se relacionan a continuación así como los Cuadros Resúmenes que se han preparado para cada una de ellas. (Tabla T-CR-1).

SECCION	NOMBRE	CUADRO RESUMEN
CR- 1	Arroyo Alberto	CR-1,3
CR- 2	Caño Perdido	CR-2,3
CR- 3	Casa Roja	CR-3,3
CR- 4	Río Fernambuco Norte	CR-4,3
CR- 5	Río Fernambuco Occidental	CR-5,3
CR- 6	Río Maracas – Roncón	CR-6,3
CR- 7	Mina Carbones de la Jagua	CR-7,3
CR- 8	Carretera Victoria Becerril	CR-8,3

**TABLA T-CR-1**

La Figura T-CR-1, corresponde a la Columna Estratigráfica generalizada de la Cuenca Cesar Ranchería y adicionalmente señala la posición relativa de las secciones analizadas.

Desafortunadamente las muestras de las secciones CR-1, CR-2, CR-3, CR-4, CR-5 y CR-6 son sedimentos formados por precipitación química y recristalización de carbonatos de los cuales no fue posible obtener Foraminíferos ni Palinomorfos, razón por la cual no fue posible asignar edades ni ambientes de depósito a estos sedimentos.

La Sección CR-7 involucra únicamente sedimentos de la Formación Los Cuervos. Las muestras analizadas permiten determinar una edad Paleoceno para estos sedimentos depositados en ambientes continentales. Se identifica la SuperZona de *Proxapertites operculatus* (Ver anexo T-1).

Las muestras de la Sección CR-8 provienen de la Formación Los Cuervos y arrojaron suficiente material palinológico para determinar que estos sedimentos se depositaron en ambientes continentales (Fluviales a Paludales) durante el Paleoceno Tardío (SuperZona de *Proxapertites Operculatus*). El intervalo comprendido entre 70 y 227 metros (CR-3) arrojó asociaciones palinológicas que permiten reconocer la Zona de *Ctenolophonidites lisamae*. En forma adicional, es posible identificar entre 101 y 227 metros la SubZona de *Longapertites proxapertilades*. (Ver Anexo T-1)

Consideramos importante señalar que en la Sección C-1 (Cordillera Oriental) se pudo determinar (intervalo 277 a 338 metros) la presencia de la Zona de *Foveotricolpites perforatus* (Ver Anexo T-1)

### 1.3 CUENCA DE CHOCO (TADO)

Muestras de seis Secciones levantadas en el área de Tado, fueron seleccionadas para determinaciones Bioestratigráficas.

Estas secciones se relacionan a continuación así como los Cuadros Resúmenes que se han preparado para ellas (Tabla T-RN-1).

Sección	Nombre	Cuadro Resumen
RN-QSB	Quebrada San Bernabé	RN-QSB-3
RN-QSC-2	Quebrada Santa Catalina – 2	RN-QSC-3
RN-QM	Quebrada Manantial	RN-QM-3
RN-QLC	Quebrada La Cuelga	RN-QLC-3
RN-QLL	Quebrada La Larga	RN-QLL-3
RN-QMG	Quebrada Manungará	RN-QMG-3

**Tabla T-RN- 1**

La columna estratigráfica generalizada de la Cuenca se presenta la Figura T-RN-1 en donde adicionalmente se señala la posición estratigráfica relativa de las Secciones analizadas.

Inicialmente se prepararon muestras por métodos palinológicos y micropaleontológicos. Los resultados palinológicos fueron muy poco alentadores. El recobro fue muy pobre y los palinomórfos presentaban muy pobres preservaciones (retrabajamiento?) motivo por el cual, se decidió analizar los sedimentos de esta Cuenca únicamente por métodos micropaleontológicos.

#### **Formación Conglomerados de la Mojarra**

Esta Unidad, esta solo presente en la Sección Quebrada La Larga (Figura T-RN-1).

Solo una muestra de esta Unidad fue seleccionada para determinaciones bioestratigráficas debido a que las litologías predominantes no son propicias para estos análisis. Esta muestra (RN-QLL-56) se encontró estéril en microfósiles.

### **Formación Istmina:**

Sedimentos de esta Formación se encuentran presentes en las secciones

- Quebrada San Bernabé
- Quebrada Santa Catalina 2
- Quebrada La Larga
- Quebrada Manungará

Sedimentos de esta Formación pertenecientes a las Secciones Quebrada San Bernabé y Quebrada Santa Catalina - 2 presentaron recobros foraminíferos caracterizados por la presencia de formas retrabajadas, no siendo posible establecer una edad real para estos sedimentos. Algunas pocas formas consideradas *in situ* corresponden a especies del Terciario aunque de muy amplio rango estratigráfico que solo nos permite determinar que estos sedimentos se depositaron en ambientes perimarinicos en tiempo post Eoceno Tardío.

Cinco muestras de la Sección Quebrada Manungará fueron seleccionadas para ser estudiadas. Solo las dos inferiores (RN-QMG-4 y RN-QMG-3) arrojaron pobres asociaciones de foraminíferos las cuales son base para asignar a estos sedimentos una probable edad Mioceno Temprano a Oligoceno Tardío y un ambiente de depósito turbidítico relacionado con la Ecozona 3. Estos sedimentos corresponden con la Asociación 4 de Foraminíferos Bentónicos (Ver Anexo T-2).

Veintiséis muestras de la Sección Quebrada La Larga fueron analizadas (Tabla RN-QLL-3). En forma muy general, los resultados obtenidos permiten determinar que los sedimentos de la Formación Istmina en esta Sección, fueron depositados durante el Mioceno Medio, cerca de la línea de costa por corrientes de alta energía que causaron turbidez en ambientes relacionados con la plataforma interna en la Ecozona 1. Estos sedimentos corresponden con la Asociación 5 de foraminíferos bentónicos. El Mioceno Medio Basal se caracterizó por la presencia de *Globorotalia praescitula* y *Praeorbulina glomerosa* (Ver Anexo T-2).

En general, la Formación Istmina registra ambientes de depósito caracterizados por turbiditas en un sistema de cañones submarinos desde la plataforma interna hasta la plataforma externa y más profundo.

### **Formación Iró**

Sedimentos de esta Formación se encuentran en cinco de las seis Secciones levantadas en la Cuenca pero se analizaron solo muestras pertenecientes a las Secciones (Figura T-RN-1)

- Quebrada San Bernabé
- Quebrada Manantial
- Quebrada La Cuelga

Las muestras de la Sección Quebrada San Bernabé arrojaron buenas asociaciones de foraminíferos que permiten determinar para los sedimentos de la parte superior de la Formación Iró una edad Eoceno Tardío a Eoceno Medio y ambientes de depósito Marinos profundos. Estos sedimentos corresponden con la Asociación 3 de Foraminíferos Bentónicos parcialmente equivalente con la Zonas de foraminíferos planctónicos P11 a P17 (Ver Anexo T-2).

Los análisis de las muestras pertenecientes a las Secciones Quebrada Manantial y Quebrada La Cuelga permiten asignar una edad de Eoceno Tardío a Paleoceno y ambientes de depósito marinos muy variables a los Sedimentos de la Formación Iró. Estos sedimentos corresponden con la Asociación 6 de foraminíferos bentónicos las cuales es dominada por aglutinadores de sílice de ambientes profundos (Ver Anexo T-2).

Es necesario destacar la presencia, en las asociaciones de foraminíferos obtenidas de sedimentos de la Formación Iró de microfauna retrabajada bien preservada.

Consideramos que los sedimentos de la Formación Iró, lo mismo que los sedimentos de la Formación Istmina fueron depositados por corrientes de turbidez en un sistema de cañones profundos que desde luego transitaron desde la plataforma interna hasta más profundo. Es natural en las corrientes de turbidez que los estratos superiores engloben materiales derivados del sustrato sobre el cual se desplazan, lo cual dificulta los análisis bioestratigráficos a gran escala; en tanto, esto puede resolverse con análisis a menor escala. Los sedimentos relacionados con corrientes de turbidez se convierten en todo un rompecabezas cuando son analizados, puestos que en si forman un revuelto de estratos en donde los estratos superiores envuelven sedimentos sobre los cuales se desplazan.

#### 1.4 CUENCA SINU – SAN JACINTO

Muestras de seis Secciones Estratigráficas levantadas en la Cuenca Sinu – San Jacinto fueron seleccionadas para determinaciones Bioestratigráficas. Estas Secciones se relacionan a continuación así como los Cuadros Resúmenes que se han preparado para cada una de ellas. (Tabla TSS-1).

SECCION	NOMBRE	CUADRO RESUMEN
QAS	Arroyo Seco	QAS,3
QLA	Arroyo Los Alpes	QLA, 3
QP	Arroyo Peñitas	QP, 3
PO 3	Toluviejo Sector la Mena Finca Prado	P03,3
PO 7	Arroyo Arena	P07,3
PO8	Ovejas San Gabriel	P08,3

**TABLA TSS-CR-1**

Las muestras de estas seis Secciones fueron preparadas por métodos micropaleontológicos (foraminíferos). Solo algunas muestras del pozo P07 fueron preparadas por métodos palinológicos

La Figura T-CR-1, corresponde a la Columna Estratigráfica generalizada de la Cuenca Sinu - Ranchería y adicionalmente señala la posición relativa de las secciones analizadas.

#### FORMACIÓN CANSONA

Respecto a la Formación Cansona, diversas menciones se hallan en informes internos de (Texas Petroleum Company, 1942; *Ecopetrol*, 1995; 2000; Clavijo & Barrera, 2001). El término Piso Cansona fue introducido por *Duque*, 1972, como dos sucesiones que ocupan desde el Cretáceo superior hasta el Paleoceno; la inferior (Complejo Chalán) facies proximales y la superior (Formación Tuchín) facies de turbiditas. Según las determinaciones bioestratigráficas efectuadas en el presente estudio en las Sección Quebrada Arroyo Peñitas, se concluye que la Formación Cansona fue acumulada a finales del Cretáceo, durante el Campaniano y el Maastrichtiano.

#### FORMACION ARROYO SECO

La primera referencia a la Formación Arroyo Seco fue hecha por Werenfels, 1926, Posteriormente *Cáceres & Porta*, 1972: *en Porta*, 1974. La Formación Arroyo Seco (y su equivalente Formación San Cayetano) ha sido atribuido a depósitos de turbiditas profundas (Caro, 2003; Guzmán *et al*, 2004). Su edad Paleoceno a Eoceno Temprano fue enunciada por Chenevart (1963).

Según las determinaciones bioestratigráficas efectuadas en el presente estudio en las secciones Quebrada Arroyo Seco, Quebrada Arroyo Los Alpes y en los núcleos de los pozos P-03 y P-08 se concluye que la Formación Arroyo Seco se depositó durante el lapso Paleoceno Tardío a Eoceno Tardío.

### **FORMACION TOLUVIEJO**

La Formación Toluviejo, fue tratada por primera vez como "Toluviejo Limestone" por Werenfels (1926). Posteriormente, *Duque, 1968*, le da el nombre de Formación Toluviejo. La presencia de una fauna de macro foraminíferos compuesta de *Nummulites willcoxi* Heilprn, *Fabiania cubensis* varias especies de *Lepidocyclina* así como la fauna de *Bulimina jacksonensis*, *Globorotalia centralis*, señalan claramente una edad del Eoceno superior (*Porta, 1974*).

La Formación Toluviejo se caracteriza por abundantes macroforaminíferos bentónicos *Lepidocyclinas*, *Nummulites* y *Operculinoides*. Según las determinaciones bioestratigráficas efectuadas en el presente estudio en los núcleos de los pozos P-03 y P-08 se concluye que la Formación Toluviejo hace parte de una plataforma de carbonatos formada durante el lapso Eoceno tardío y Oligoceno temprano.

### **FORMACION EL FLORAL**

Esta Formación fue definida por Cáceres & Porta (1972: en *Porta, 1974*). La edad de los sedimentos correspondientes a la Formación El Floral fue considerada Oligoceno por muchos autores: *Werenfels, 1926*; *Anderson, 1927*; *Porta, 1962*, y aún *Zimmerle, 1968*. Posteriormente *Duque, 1968* sitúa estos sedimentos dentro del Mioceno, haciéndolos equivalentes a las Formaciones el Carmen Inferior y Superior (*Porta, 1974*). Las arcillas que se encuentran en el mismo contacto con las calizas de la Formación Chalán, contienen la Asociación de *Globigerina angulisuturalis* - *Globigerina angustiumblicata*; Duque coloca esta asociación en el Mioceno, no queda excluida la posibilidad de que la edad de la asociación de *Globigerina angulisuturalis* - *Globigerina umbilicata* corresponda al Oligoceno superior - Mioceno inferior (*Porta, 1974*).

Las muestras analizadas por métodos palinológicos pertenecientes a la Formación el Floral y provenientes del pozo P07, se caracterizan por presentar pobres asociaciones de palinomorfos las cuales incluyen a la espora trilete *Cicatricosisporites dorongensis* este palinomorfo presenta su última aparición al tope del Oligoceno y su presencia concuerda con la edad Oligoceno Temprano asignada por micropalontología.

Según las determinaciones bioestratigráficas efectuadas en el presente estudio, en los núcleos de los pozos P-03; P-07 y P-08, se concluye que la Formación El Floral se depositó durante el Oligoceno, si su límite inferior es o no diacrono no se estableció; sin embargo en el pozo P-07 es Oligoceno Temprano, en tanto en el Pozo P-03 es Oligoceno Tardío y en el Pozo P-07 es Oligoceno (Temprano a Tardío).

## CAPITULO 4

### 1. BIBLIOGRAFIA

#### 1.1 BIBLIOGRAFIA PALINOLOGICA

ABDEL-KIREEM, E.M.R., SCHRANK, E., SAMIR A.M. & IBRAHIM, M.I.A. (1996): Cretaceous palaeoecology, palaeogeography and palaeoclimatology of the northern Western Desert, Egypt. – *Journal of African Earth Sciences* 22(1):93-112, Oxford.

AURISANO, R.W. (1989): Upper Cretaceous dinoflagellate biostratigraphy of the subsurface Atlantic coastal plain of New Jersey and Delaware. U.S.A. – *Palynology*, 13:143-179, Dallas.

BATTEN, D.J., CHRISTOPHER, R.A., 1981.- Key to the Recognition of Normapolles and some morphologically similar pollen Genera. *Review of Palaeob. and Palynol.*, 35: 359-383.

BELSKY, C.Y., BOLTENHAGEN, E.U. and PONTOINE, R., 1965. *Sporae dispersae der Oberen Kreide von GABON, Aequatoriales Africa. Palaont. Stuttgart.* 39 (1,2): 72-83.

BOLKHOVITINA, N.A., (1953).- Spore and pollen characteristics of Cretaceous deposits in the central areas of the U.S.S.R. *Tr. Inst. Geol. Nauk S.S.S.R., Geol. Ser.* 145(61) : 184 p.

BOLTENHAGEN, E. (1965): Introduction a la palynologie stratigraphique du bassin sédimentaire de Afrique équatoriale. *Mem. BRGM.* 32 : 305.317.

BOLTENHAGEN, E. (1967): Spores et pollen du Crétace supérieur du Gabon.- *Pollen et Spores*, 9(2) : 335-356, Paris.

(1980): *Palynologie du Crétace supérieur du Gabon.-Memories de la Section des Sciences. Bibliothèque Nationale, Paris.* 164 p. Paris.

BRENNER, G.J., (1963).- The spores and Pollen of the Potamac Group of Maryland. *Bull. Maryl. Dept. Geol. Mines, Baltimore*, 27:215 p.

BRENNER , G.J., (1968)., Middle Cretaceous Spores and Pollen from northeastern Perú. *Pollen et Spores*, 10 (2): 341 – 383

BRINKHUIS, H & LEEREVELD , H., (1988) ; Dinoflagellate cysts from the Cretaceous / Tertiary boundary sequence of El kef, northwest Tunisia.-*Review of Palaeobotany and Palynology* 56: 5-19, Amsterdam.



- BRINKHUIS, H & ZACHARIASSE W.J. (1988): Dinoflagellate cysts from the Cretaceous / Tertiary boundary at El Haria, northwest Tunisia. – *Marine Micropaleontology* 13: 153-191, Amsterdam.
- BUJAK, J.P. & DAVIES, E.H. (1983): Modern and fossil Peridiniineae – American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Contributions series 13, 203 p. Dallas.
- BURGL. H. 1957,- Bloestratigrafia de la Sabana de Bogotá y sus alrededores Bol. Geol. (Bogotá) 5(2) 113-185.
- CARON, M. 1985,- Cretaceous Planktonic foraminifera. In Bolli, H.M., Saunders, J. B. and Perch – Nielsen, K. (eds.) *Plankton – Stratigraphy*. Cambridge Earth Science Series, Cambridge University Press, 17-86.
- CLARKE, R.F.A. & VERDIER J.P. (1967): An investigation of microplankton assemblages from the chalk of the Isle of Wight, England. – *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen, ADF. Natuurkunde. Eerste Reeks* 24 (3): 1-96, Amsterdam.
- COETZEE, J.A. 1993,- African floras since the Terminal Jurassic. In: Goldblatt, p. (ed.), *Biological Relationships between Africa and South America*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, p. 37-61.ç
- COLMENARES, O.A., and TERAN, L. 1993,- a Biostratigraphic Study of paleogene sequences in southwestern Venezuela. *Palynology*, 17:67-89.
- COOKSON, I.C., (1953)- Difference in microspore composition of some samples from a bore at Comaum, South Australia. *Aust. J. Bot.* 1(3): 462-473.
- COOKSON, I. & EISENACK,A. 1970. Cretaceous microplankton from the Eucla Basin. Western Australia. – *Proc. Roy. Soc. Vict.* 83. p. 137-157.
- COOPER, M.A., ADDISON, F.T., ALVAREZ., R., CORAL, M., GRAHAM, R.H., HAYWARD, A.B., HOWE, S., MARTINEZ, J., NAAR, J., PENAS, R., PULHAM, A.J., and TABORDA, A. 1995,- basin development and tectonic history of the Llanos Basin, Eastern Cordillera and Middle Magdalena Valley, Colombia. *AAPG Bulletin*, 79: 1421-1443.
- COUPER, R.A., 1953,- Upper Mesozoic and Cainozoic Spores and pollen grains from Newzealand. *Palaeont. Bull. Geol. Surv. Nz.* 22: 1-77.
- COUPER, R.A., 1958,- British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic ans stratigraphic study. *Palaeontographica, Stuttgart.* 103B (4-6): 75-179.
- DOUBINGER, J. 1976,- Spore- pollen assemblages from the Tertiary of Colombia. *Acts, 97 Contres Nat.' I des Soc. Savantes (Nantes)*, 4: 9-18.

- DUEÑAS., H., 1977,- Estudio Palinológico del Pozo Q-E-22 Oligoceno Superior Mioceno Inferior. Planeta Rica, Norte de Colombia. Bol. Geol. Boogtá, 12 (3): 96-115.
- DUEÑAS, H (1980 a): Palynology of Oligocene-Miocene Strata of Borehole Q-E-33, Planeta Rica, northern Colombia. Review of Paleobotany and Palynology vol. 30, p. 313-328.
- DUEÑAS, H (1980 b): Some remarks about the genus *Magnastraiites* Germeraad, Hooping et Muller, 1968. Review of Palaeobotany & Palynology 30:329-331.
- DUEÑAS, H. 1980. Verruperiporites y Syntriolporites nuevos géneros de polen fósil del Terciario Norte de Colombia, Memorias IV Coloquio. Rev. Palaeobot. Palinol., 30; 313-328.
- DUEÑAS, H (1983),- Fluctuaciones del nivel del Mar durante el depósito de los sedimentos basales de la Formación Ciénaga de Oro.
- DUEÑAS, H (1989): Asociaciones Palinológicas de las Formaciones Colón y Molino Nor-oriental Colombiano. – 6 Reunión Paleobotánicos e Palinólogos, Sao Paulo, Brasil.
- DUEÑAS, H. & DUQUE-CARO, H., 1981.- Geología del Cuadrángulo F-8 Planeta Rica. Bol. Geol. 24(1): 1-35.
- EDWARDS, L.E. 1984,- Insights on why graphic correlation (Shaw's method) Works. Journal of Geology, 92: 583-597.
- EDWARDS, L.E. 1989,- Supplemented graphic correlation: a powerful tool for paleontologists and nonpaleontologists. Palaios, 4: 127-143.
- ELSIK, W.C. 1966,- New sporomorph genera from the Upper Cretaceous of Perú. Pollen et Spores, 8(3): 553-564.
- ELSIK, W.C., 1968.- Palynology of a Paleocene Rockdale lignite, Milan Country, Texas. I. Morphology and Taxonomy. Pollen Spores 10(2): 263-314.
- ELSIK, W.C., 1983,- Annotated glossary of Fungal palynomorphs. AASP contributions series number 11,35 p.
- ELSIK, W.C., 1974,- Characteristic Eocene palynomorphs in the Gulf Coast, U.S.A, Palaeontographica Abt.B, 149:90 – 111.
- EMILE, R. 1991,- Sporopollinic biostratigraphy and Ypresian paleoenvironment, In: C. Dupuis, J. Deconinck, and E. Steurbaut (eds.). The Ypresian stratotype, Bulletin de la Société belge de Géologie. Ministry of Economic affairs – Belgian geological survey, Brussels, p. 373- 383.

- ERDTMANN, G., 1952,- Pollen Morphology and plant taxonomy, Angiosperms. An introduction to palynology, Almquist and Wiksell, Stockholm. 539 p.
- ERDTMANN, G., 1957,- Pollen and Spores, Morphology and plant taxonomy, Gymnospermae, 'Pteridophyta, Bryophyta. Frontispice, Almquist and Wiksell, Stockholm. 151 p.
- ERDTMANN, G., and SORSA. P.,1971,- Pollen and Spores Morphology/Plant taxonomy, Pteridophyta: An Introduction to palynology. IV. Almquist and Wiksell, Stockholm. 302 p.
- ETAYO-SERNA, F., BARRERO, D., LOZANO, H., ESPINOSA, A., GONZALEZ, H., ORREGO, A., BALLESTEROS, I., FORERO, H., and RAMIREZ, C. 1983,- mapa de Terrenos Geologicos de Colombia. Publ. Geol. Esp., 14-I. Ingeominas, Bogotá, 235 pgs.
- EVITT, W.R. CLARKE, R.A., & VERDIER, J.P. (1967): Dinoflagellate studies III. *Dinogymnium acuminatum* n.gen., n.sp (Maastrichtian) and other fossils formerly referable to *Gymnodinium* Stein. – Stanford University Publications Geological Sciences 10 (4): 1-27, Stanford.
- EDET, J.J. & NYONG E.E. (1993) Depositional environments, sea level history and palaeobiogeography of the late Campanian-Maastrichtian on the Calabar flank, SE Nigeria.- Palaeogeography, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 102: 161-175, Amsterdam.
- FAEGRI, K., and IVERSEN, J., 1966,- Textbook of pollen analysis. Munksgaard, Copenhagen, 237 p. (2<sup>nd</sup>. Rev. ed.).
- FASOLA, A. & PAREDES, I, (1991): Late Cretaceous palynological assemblages from El Furrial Area Wells.-INTEVEP, 11 (1): 3-14, Caracas.
- FENSONE, R.A., TAYLOR, F.J.R., NORRIS, G., SARJEANT, W.A.S. WHARTON, D.I. & WILLIAMS, G.L. (1993): A classification of fossil and living dinoflagellates. – Micropaleontology, Special Publication, 7: 1-351, New York.
- FENSONE, R.A., RIDING, J.B. & TAYLOR, F.J.R. (1996): Chapter 6. Dinoflagellates. In: Jansonius, J & McGREGOR, D.C. (ed.), Palynology: principles and applications. – American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol 1: 107-160, Utah.
- FOLMI, K.B., GARRISON, R.E., RAMIREZ, P.C., ZAMBRANO, F., KENNEDY, W.J. & LEHNER, B.L. (1992): Cyclic phosphate-rich successions in the upper Cretaceous of Colombia. Palaeogeography, Palaeoecology 93: 151-182, Amsterdam
- FREDERIKSEN, N.O. 1980,- Sporomorphs from the Jackson Group (Upper Eocene) and adjacent strata of Mississippi and western Alabama. United States Geological Survey Professional Paper, 1084: 1-75.

FREDERIKSEN, N.O. 1985,- Review of Early Tertiary Sporomorph Paleocology. AASP Contributions Series, 15. AASP Foundation, 92 pgs.

FREDERIKSEN, N.O. 1988,- Sporomorph biostratigraphy, floral changes, and paleoclimatology. Eocene and earliest Oligocene of the eastern Gulf Coast. United States Geological Survey Professional Paper, 1448: 1-68.

FREDERIKSEN, N.O. 1998,- Upper Paleocene and lowermost Eocene angiosperm pollen biostratigraphy of the eastern Gulf Coast and Virginia. *Micropaleontology*, 44: 45-68.

GEEMERAAD, J.H., HOPPING, C.A. & MUELLER, J. (1968) Palynology of Tertiary sediments From Tropical Areas. – Review of Palaeobotany and Palynology 6: 189-348, Amsterdam.

GOMEZ, E., 1998,- Relative timing of Cenozoic deformation of the middle Magdalena Valley basin and bounding mountain ranges, Colombia, American Association of Petroleum Geologists 1998 annual meeting. AAPG and SEPM, salt Lake City, UT, analytic compact disc.

GOMEZ E., 2001,- Tectonic controls on the LATE Cretaceous to Cenozoic sedimentary fill of the Middle Magdalena Valley Basin, Eastern Cordillera and Llanos Basin, Colombia. Ph.D. Dissertation, Cornell University, 619 pgs.

GONZALEZ, A. E., 1967,- A palynological Study on the Upper los Cuervos and Mirador Formations (Lower and Middle Eocene, Tibú Area, Colombia) Brill; Leiden. 68 p.

GRAHAM, A. 1977,- New records of Pelliciera (Theaceae/Pelliceriaceae) in the Tertiary of the Caribbean. *Biotropica*, 9: 48-52.

GREUTER, W., MCNEIL, J., BARRIE, F.R., BURDET, H.M., DEMOULIN, V., FILGUEIRAS, T.S., NICHOLSON, D.H., SILVA, P.C., SKOG, J.E., TREHANE, P., URLAND, N.J., and HAWKSWORTH, D.L. 2000,- International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis) 2002. *Regnum vegetabile*, 138: 1-474.

GRUAS-CAVAGNETTO, C. 1976,- Etude palynologique de Paléogène du sud de l'Angleterre. *Cahiers de micropaléontologie*, 1 :49.

GUERRERO, J. & SARMIENTO, G. (1996) Estratigrafía Física, Palinológica, Sedimentológica y Secuencial del Cretácico Superior y Paleoceno del Piedemonte Llanero. Implicaciones en Exploración Petrolera. – *Geología Colombiana* 20, p. 3-66, Bogotá.

GUERRERO, J. & SARMIENTO, G. & NAVARRETE, R. (2000): The Stratigraphy of the W Side of the Cretaceous Colombian Basin in the Upper Magdalena Valley. Reevaluation of Selected Areas and Type Localities including Aipe, Guaduas, Ortega, and Piedras. – *Geología Colombiana* 25, p. 45-110. Bogotá.

HAQ, B.; HARDENBOL, J. & VALL, P. (1988): Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and sea level change. – In Wilgus et al. (eds.) Sea level Changes: an integrated approach. Society of Economic, Paleontologist and Mineralogists, Special Publication 42: 71-108, Tulsa.OOOOK

HANSEN, J.M., 1977,- Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark. Bull Geol. Soc. Den., 26: 1-26.

HELENES, J., DE GUERRA, C. & VASQUEZ, J. (1998) Palynology and chronostratigraphy of the Upper Cretaceous in the subsurface of the Barinas Area, Western Venezuela. – American Association of Petroleum Geologist Bulletin 82 (7): 1308-1328. Tulsa.

HERNGREEN, G.F.W. (1975): Palynology of Middle and Upper Cretaceous strata in Brazil. – Mededelinge Rijks Geologische Dienst 26 (3): 39-91, Hearlem.

HERNGREEN, G.F.W. and CHLONOVA A.F. (1981): Cretaceous microfloral provinces.- Pollen et Spores, 23, No. 3-ē: 441-555, Paris.

HERNGREEN, G.F.W., EILLEBRECHT, A.T.J.M., GORTEMAKER, R.E, REMMELTS G., SCHUURMAN, H.A.H.M. & VERBEEK, J.W. (1996): Upper Cretaceous Chalk Group stratigraphy near the Isle of Texel, the Netherlands (a multidisciplinary approach). – Mededelingen Rijks Geologische Dienst 56: 1-63, Hearlem.

HERNGREEN, G.F.W., KEDVES, M., ROVNINA, L.V. & SMIRNOVA, S.B. (1996): CHAPTER 29C. Cretaceous palynofloral provinces: A review.- In: JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D.C. (ed.), Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol, 1: 107-160, Utah.

HOEK, R.P., ESTHET, Y. & ALMOGI-LABIN, A. (1996): Dinoflagellate cyst zonation of Campanian-Maastrichtian sequences in Israel.- Micropaleontology 42 (2): 125-150, New York.

HOOGHIEMSTRA, H., 1984,- Vegetational and Climatic history of the High Plain of Bogot, Colombia. A continuous Record of the last 3.5 Million years. The Quaternary of Colombia. Vol. 10:368 p.

HOPPING, C.A. 1967,- Palynology and the Oil industry. Review of Palaeocobotany AND palynology, 2: 23-48.

IBRAHIM, A., 1933.- Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr – Reviere. Diss. Th. Berlin. 47 p.

IOANNIDES, N.S. (1986): Dinoflagellate cyst from Upper Cretaceous-Lower Tertiary sections, Arctic Archipelago.- Geological Survey of Canada. Bulletin 371: 1-97, Ottawa.

IVERSEN, J. and TROELS – SMITH, J., 19501,- Pollen morphological definitions and types. Danm, Geol. Unders, Arborg, p: 5-44

JAIN, K.P. (1977): Morphologic, reinterpretation of some *Dinogymnium* species with remarks on palaeogeographic and stratigraphic distribution of the genus.- The Palaeobotanist, 24: 132-139.

JAIN, K.P. & MILLEPIED, P. (1973): Cretaceous microplankton from Senegal Basin, NW. Africa. Part I. Some new genera species and combinations of dinoflagellates.- Palaeobotanist. 20 (1): 22-32.

JAIN, K.P. & MILLEPIED, P. (1975): Cretaceous microplankton from Senegal Basin, W. Africa. Part II. Systematic and biostratigraphy.- Geophytology 5(2): 126-171.

JAN DU CHENE, R. (1977): Palynostratigraphie (Maastrichtien – Eocene inférieur) des Flyschs du Schliere (Canton d'Obwald, Suisse centrale).- Rev. Micropaléont. 20 (3) : 147-156.

JAN DU CHENE, R.E. and SALAMI, M.B. 1978,- Palynology and Micropaleontology of the Upper Eocene of the well Nsukwa 1 (Niger Delta, Nigeria). Archives des Sciences, 13 (1): 5-9.

JAN DU CHENE, R. MASURE, E., BECHELER, I. BIFFI, U., DE VAINS, G., FAUCONNIER, D., FERRARIO, R., FOUCHER, J., GAILLARD, M., HOCHULI P., LACHKAR, G., MICHOUX, D., MONTIEL, E., MORON, J., RAUSCHER, R., RAYNAUD, J., TAUGOURDEAU, J & TURON, J. (1986) : Guide pratique pour la détermination de kistes de Dinoflagellés : le complexe *Gonyualacysta* – Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 479 p., Pau.

JANSONIUS, J., and HILLS, L.V. 1976,- Genera File of Fossil Spores. Special Publication. Dept. of Geology, University of Calgary, Calgary, Canada, cards 1-3287.

JARAMILLO, C. & RUEDA, M. 2004,- Impact of biostratigraphy on Oil exploration. III Convención Técnica ACCGP.

JARAMILLO, C. & YEPES, O. (1994) : Palinoestratigrafía del Grupo Olini (Coniaciano-Campaniano), Valle Superior del Magdalena, Colombia.-En: Estudios Geológicos del Valle Superior del Magdalena. XVII 1-8, Bogotá.

JARAMILLO, C. 1999,- Middle Paleogene palynology of Colombia, South America: Biostratigraphy, sequence stratigraphic and Diversity implications. Ph.D. Thesis, University of Florida.

JARAMILLO, C. 2002,- Response of tropical vegetation to Paleogene warming. PALEOBIOLOGY, 28: 222-243.

- JARAMILLO, C. 2001,- Middle Paleogene palynology of central Colombia, South America : A study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica*, Abt. B, 258: 87-213.
- JARDINE, S., 1967,- Spores a expansions en forme dlatere du Cretacé moyen d'Afrique occidentale. *Rev. Palaeobot. Palynol.* (1-4) : 235-258.
- JARDINE, S. & MAGLOIRE, L. (1965): Palynologie stratigraphie du Cretacé des bassins du Senegal et de Cote d'voire.- *Memoir BRGM 32* : 187-245, Paris.
- KASKA, H. V (1989) : Spore and pollen zonation of Early Cretaceous to Tertiary nonmarine sediments of Central Sudan.- *Palynology* 13: 79-90, Dallas.
- KEDVES, M. 1969,- Palynological studies on Hungarian early Tertiary
- KEISER, G. et DU CHENE, R.J.,1979.- *Periretysyncolpites* n. gen. Et *Tercissus* Tschudy 1970, grands pollen syncolpes du Maastrichtien du Senegal et du Nigéria.- *Revista Española de Micropalaeontología* 11 (2). 321-334, Madrid.
- KREMP, G.O.W., 1968,- Morphologic, *Encyclopedia of Palynology*. The University of Arizona press, Tucson: 263 p.
- LANJOUW, J. 1966.- *International Code of Botanical Nomenclature*. Int. Bureau for plant Tax. Utrecht Netherland. 400 p.
- LEIDELMEYER, P., 1966,- The Paleocene and lower Eocene Pollen flora of Guiana. *Leidse. Geol. Meded.*, 38: 49:70.
- LENTIN, J.K. & WILLIAMS, G.L. (1980): Dinoflagellate provincialism with emphasis on Campanian peridiniaceans.- *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. Contribution Series 7*: 1-47, Dallas.
- LENTIN, J.K. & VOZZHENNIKOVA, T.F. (1990) Fossil dinoflagellates from the Jurassic, Cretaceous and Paleogene deposits of the USSR. A re-study. – *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Contributions series 23*, p.i-v, 1-221, Dallas.
- LORENTE, M.A., 1986,- *Palynology and Palinofacies of Upper tertiary in Venezuela*. *Dissertationes Botanicae*, B-99 Berlin . Stuttgart. 222 p.
- MALLOY, R.E. (1972): An Upper Cretaceous dinoflagellate cyst lineage from Gabon, West Africa.- *Geoscience and Man* 4: 57-65, Dallas.
- MAY. F.E. (1975): Functional morphology, Paleoecology, and systematic of *Dinogymnium* test.- *Palynology* 1: 103-121, Dallas.

MAY, F.E. (1980): Dinoflagellate cyst of the Gymnodiniaceae, Peridiniaceae, and Gonyaulacaceae from the Upper Cretaceous Mommouth Group, Atlantic Highlands, New Jersey.- *Paleontographica* Abt. B 172: 10-116. Stuttgart.

MULLER, J. (1968): Palynology of the Pedawan and Plateau Sandstone Formations (Cretaceous – Eocene) in Sarawak, Malaysia. *Micropaleontology* 14(1): 1-37, New York.  
MULLER, J. DI GIACOMO, E. & VAN ERVE, A.W. (1987): A palynological Zonation for the Cretaceous, Tertiary, and Quaternary of Northern South America.- American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. Contribution Series 19: 7-76, Dallas.

MASURE, E., TEA, J. & YAO, R. (1996): The dinoflagellate *Andalusiella*: emendation of the genus, revision of species, *A. Ivoirensis* Masure, Tea and Yao, sp. nov.- *Review of Palaeobotany and Palynology* 91: 171-186, Amsterdam.

MARTINEZ, J.I. 1987.- Foraminiferal Biostratigraphy and sea level Changes of Maastrichtian Colon Mudstone of Northern South America (Molino River Section). M. Se thesis, Hull University, England 98 pp.

MARTINEZ, F.I. 1988.- *Micropaleontología de las secciones: Barbosa – Arcabuco – Tibasosa, los Medios, Villa de Leiva y Ubaté. Ingeominas (reporte interno no publicado).*

MARTINEZ, J.I. 1989.- Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Maastrichtian Colon mudstones of northern South America. *Micropaleontology*, Vol. 35 No. 2 pp. 97-113

MELIEF, A.B.M. and WYMSTRA T.A. 1984.- A microcomputer-program for the handling palynological data. *Pollen et Spores* 26 (3-4): 577-586.

MORA, A., VENEGAS, D. & VERGARA, L. (1998): Estratigrafía del Cretácico Superior y Terciario inferior en el sector norte de la Cuenca del Putumayo, Departamento de Caquetá, Colombia.

NORTON, N.J. and HALL, J.W., 1967.- Guide sporomorphae in the Upper Cretaceous-lower Tertiary, of eastern Montana (U.S.A.). *Rev. Palaeobot. Palynol*, 2(1-4): 99-110.

PACLTOVA, B., 1961.- Nektere rostline mikrofosilieze sladkovodnich ulozenin svrehni Nridy (Senon) vjihocesckych panvich (On Some PALNT Microfossils from fresh-water Sediments of the Upper Cretaceous (Senonian) in the South – Bohemian Basin. PART-i-Sumary of the Czech. Text). *Recveil du serv. Geol. D' Etat*, XXVI.

PARDO-TRUJILLO A. & JARAMILLO C. 2003.- Paleogene Palynostratigraphy of the Eastern Middle Magdalena VALLEY, Colombia *Palynology* 27 pp. 115-178.

PATARROYO, P & DUEÑAS, H. 2006.- Eulophoceras Jacobi Hourcq y palinomorfos asociados del Coniciano Temprano. Formación Loma Gorda, Quebrada Bambucá (Aipe-



Huila- Colombia, S.A.) Rev. Acad. Colomb. Cienc. Volumen XXX, Número 117, pp. 503-510.

PETTERS, V. 1955,- Development of Upper Cretaceous Foraminiferal Faunas in Colombia. J. Paleont. 29 (2), 212-225.

PIERCE, R. L., 1961,- Lower Upper Cretaceous Plant Microfossils. Univ. Minnesota; Minnes. Geol. Survey Bull., Vol. 42. 86 p.

PFLUG, H.D., 1953,- Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. Palaeontographica. Stuttgart. 95 B (4-6):: 60-171

PONS D., 1988,- Le Mesozoique de Colombie Macroflores et Microflores. Editions du CNRS Cahiers de Palontologie. PARS. 168 p.

PONTONIE, R., 1934,- Zur Mikrobotanic de eocanen Humodils des Geiselstals. Arb. Inst. Palaobotan. Petrg. Brennstein., 4: 25-125.

PONTONIE, R., 1956,- Synopsis der Gattungen DER. Sporae dispersae Bech. Geol. Ib. 23, 103 p.

PROSSL, K.F. (1992): Preliminary results of palynological investigations on the Cretaceous of Colombia. South América.- Review of Palaeobotany and Palynology, 71: 255-268, Amsterdam.

PREVOT, L., LUCAS, J. & DOUBINGER, J. (1979): Une correspondance entre le contenu palynologique et la composition minéralogique et chimique d'une série phosphatée sédimentaire (Ganntour, Maroc).- Sciences Géologiques Bulletin, 32 (1-2): 69-90, Strasbourg.

PRINCE, I.M, JARVIS, I.B. & BRUCE A. TOCHER, A. (1999): High-resolution dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Santonian-basal Campanian (Upper Cretaceous): new data from Whitecliff , Isle of Wight, England.- Review of Palaeobotany and Palynology 105: 143-169, Amsterdam.

RAUSCHER, R. & DOUBINGER, J. (1982): Les dinokystes du Maestrichtien phosphates au Maroc.- Sciences Géologiques Bulletin 35 : 97-116, Strasbourg.

REGALI, M.S.P. UESUGUI, N. SANTOS A. (1974) : Palinología dos sedimentos meso-cenozoicos do Brazil (I)(II).- Boletim Técnico de Petrobrás, 17 (3)(4): 117-191 / 263-301, Rio de Janeiro.

REIGEL, W & SARGEANT, W.A.S. (1982): Dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous of southern Spain: new morphological and taxonomic observations.- Neues Jahrb. Geol. Palaont. Abh. :162 (3) 286-303, Stuttgart.

SALAMI, M.B. (1984): Three new sporomorph form genera from the late cretaceous and Paleogene of southweteren Nigeria.- Grana 23: 163-166.

SALVADOR, A (1994): International stratigraphic guide, second edition.- International Union of Geological Sciences and Geological Society of America, Inc, 214 p. Boulder.

SARMIENTO, G. (1992a) Estratigrafía y medio de depósito de la Formación Guaduas.- Bol. Geol. Bogotá, 32 (1): 1-44, Boletín Geológico 32 (2): 45-126. Bogotá.

----- (1992b): Palinología de la Formación Guaduas (Estratigrafía y Sistemática)- Boletín Geológico 32 (2): 45-126 Bogotá.

----- (1994): Cap. 3 Paleoecología de la Formación Guaduas. En: Estratigrafía, Palinología y Paleoecología de la Formación Guaduas (Maastrichtiano – Paleoceno; Colombia) Boletín Geológico, Publicación Especial 20:127-164, Bogotá.

SARMIENTO, G. 2000,- Palinología del Santoniano Tardío al Maastrichtiano del Piedemonte Llanero Colombiano. Correlación con el Paleocinturón Tropical. Geología Colombiana No. 25 pp. 111-147.

SCHRANK, E. (1984a): Organic – walled microfossils and sedimentary facies in the Abu Tartur Phospbates (late Cretaceous, Egypt).- Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen 50: 117-187, Berlin.

----- (1984b) Organic- geochemical and palynological studies of a Dakhla Shale profile (Late Cretaceous) in Southeast Egypt. Part A: Succession of microfloral and depositional environment.- Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen 50: 189-207, Berlin.

----- (1987): Paleozoic and Mesozoic palynomorphs from northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to Late Cretaceous pollen and dinoflagellates.- Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen 75(1): 249-310, Berlin.

----- (1988): Effects of Chemical processing on the preservation of peridinioid dinoflagellates: a case from the late Cretaceous of NE Africa.- Review of Palaeobotany and Palynology 56: 123-140, Amsterdam.

----- (1991): Mesozoic palynology and continental sediments in NE Africa (Egypt and Sudan) – a review- Journal of African Earth Sciences 12 (1-2): 363-373, London.

----- (1994) Palynology of the Yesomma Formation in northern Somalia: A study of pollen, spores and associated phytoplankton from the Late Cretaceous Palmae Province.- Palaeontographica Abt. B 231: 63-112, Stuttgart.

SCHRANK E. & IBRAHIM, M.A. (1995): Cretaceous (Aptian-Maastrichtian) palynology of foraminifera dated wells (KRM-1, AG-18) in northwestern Egypt.- Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen 177(1): 1-44, Berlin.

SCHRANK E. & PERCH-NIELSEN, K. (1985): Late Cretaceous palynostratigraphy in Egypt with comments on Maastrichtian and Early Tertiary Calcareous Nannofossils.- Newsl. Stratigr. 15 (2): 81-99, Berlin.

SHEFFY, M.V. and DILCHER D.L., 1971,- Morphology and Taxonomy of Fungal spores. Palaeontographica, ABT. B. 133: 34-51.

SOLE D EPORTA, N. (1971): Algunos géneros nuevos de pollen procedentes de la Formación Guaduas (Maastrichtiense-Paleoceno) de Colombia.- Studia Geológica 2: 133-143 Salamanca.

----- (1972): Palinología de la Formación Cimarrona (Maastrichtiense) en el Valle Medio del Magdalena, Colombia.- Studia Geológica 4: 103-142 Salamanca.

SONCINI, M. & RAUSCHER, R. (1988): Associations de dinokystes du Maastrichtien-Paleocene phosphate au Maroc.- Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 12(1) : 427-450, Pau.

SONCINI, M. & RAUSCHER, R. (1990): Morphologies particulieres chez les dinokystes des genres *Isabelidinium*, *Manumiella* et *Dinogymnium* dans les phosphates Maastrichtiens et Paleocenes du Maroc.- Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 14(1) : 583-596, Pau.

STOVER, L.E., BRINKHUIS, H., DAMASSA, S.P., de VERTEUIL., L., HELBY, R.J. MONTEIL, E., PARTRIDGE, A.D., POWELL, A.J., RIDING, J.B, SMELROR, M & WILLIAMS, G.L. 1996 : Chapter 19. Mesozoic Tertiary diboflagellates, acritarchs and prasinophytes.- In : JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D.C. (ed.) Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol. 2 p. 641-750, Texas.

TOCHEGLIAKOVA, N., SARMIENTO, G. & GURRERO, J. (1997): Bioestratigrafía y Paleoecología de los Foraminíferos bentónicos de La Formación Chipaque y el Grupo Guadalupe. Turoniano-Maastrichtiano del Piedemonte Llanero de los Andes Colombianos.- Geología Colombiana 22: 103-119, Bogotá.

TRAVERSE, A. 1988. Paleopalynology.- Unwin Hyman, 600p, Boston.

VAN DER HAMMEN, Th, (1954): El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos, I. Maastrichtiano hasta Terciario mas Inferior. Boletín Geológico 2 (1): 49-196, Bogotá.

VAN DER HAMMEN, Th, (1956): Nomenclatura Palinología Sistemática. Boletín Geológico Tomo IV, No. 2-3 pp. 23-62.

----- (1957): Periodicidad climática y evolución de floras suramericanas del Maastrichtiano y del Terciario.- Boletín Geológicos 5 (2): 5-48, Bogotá.

- VAN DER HAMMEN, Th, (1961): Upper Cretaceous and Tertiary Climatic periodicities and their causes. *Annals of the NY Academy of Sciences*, Vol. 95. Art. 1 pp. 440-448.
- VAN DER HAMMEN, Th. & GARCIA DE MUTIS, C., (1966): The Paleocene Pollen Flora of Colombia.- *Leidse Geologische Mededelingen*, 35: 105-116, Leiden.
- VAN HOEKEN-KLINKENBERG, P.M.J. (1964): A Palynological investigation of Some Upper Cretaceous sediments in Nigeria.- *Pollen et Spores* 4(1), Paris.
- VARMA, C.P. and RAWAT, M.S., 1963,- A note on some diporate grains recovered from Tertiary horizons of India and their potential marker value. *Grana palynological*, Stockholm., 4(1): 130-139
- VERGARA, L. (1997) Stratigraphy, Foraminiferal Assemblages and Paleoenvironments in the Late Cretaceous of the Upper Magdalena Valley, Colombia. (Part. I.)- *Journal of South American Earth Sciences* 10 (2): 111-132, Oxford.
- VENKATACHALA, B,S., CARATINI, C., TISSOT, C., and KAR, R.K. 1988,- Paleocene – Eocene marker pollen from India and tropical Africa. *Palaeobotanist*, 37(1): 1-25.
- VENKATACHALA, B,S., and KAR, R.K. 1969,- Palynology of the Tertiary sediments of Kutch – 1. Spores and Pollen from bore-hole no. 14. *Palaeobotanist*, 17 (2): 157-178.
- VILLAMIL, T. 1999,- Campanian-Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and western Venezuela. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 153: 239-275.
- WHEELER, O.C. 1935,- Tertiary stratigraphy of the Middle Magdalena Valley. *Proceedings of the Academy of Natural*
- WILLIAMS, G. L. & BRIDEAUX, W.W. (1975): Palynological analyses of Upper Mesozoic and Cenozoic rocks of the Grand Banks, Atlantic continental margin.- *Geological Survey of Canada* 236: 163p. Ottawa.
- WILLIAMS, G.L. & BUJAK, J.P. (1985): Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates.- In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (ed.) *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 847 – 967, Cambridge.
- WILLIAMS, G.L., STOVER, L.E. & KIDSON, E.J. (1993): Distribution of some of biostratigraphically significant Cenozoic and Mesozoic dinoflagellates in the Northern Hemisphere.- *Geological Survey of Canada, Paper 92-10*: 1-137, Ottawa.
- WODEHOUSE, R.P., 1933,- Tertiary pollen II. The oil shales of the Eocene Green River Formation. *Bull. Torrey Bot. Club N*, 4 60: 479-524

## 1.2 BIBLIOGRAFIA MICROPALAEONTOLOGICA

BOLLI, H.M., 1966 Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Informativo, Asoc. Venez. Geol., Min., y petroleo*, **9**, 3-32.

BUBÍK, M. & KAMINSKI, M.A., 2000. Remarks on the type locality and current status of the foraminiferal species *Rzehakina epigona* (Rzehak, 1895). En: Hart, M.B., Kaminski, M.A., & Smart, C.W. (eds) 2000. Proceedings of the Fifth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. *Grzybowski Foundation Special Publication*, **7**, 71-80.

BURGL, H. & DUMIT, Y. 1854. El Cretáceo Superior en la Región de Girardot. *Bol. Geol. Inst. Geol. Nal.*, **2**(1):23-48.

CARAMÉS, A. & MALUMIAN, N., 2007. La Familia Rzehakinidae (Foraminifera) en el Cretácico superior-Paleógeno de la cuenca Austral y la plataforma continental Atlántica adyacente, Argentina

CARON, M. 1985. Cretaceous Planktonic Foraminifera. Bolli, H., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K. eds. *Planktic Stratigraphy*, p.17-86, Cambridge University Press, Cambridge.

CUSHMAN, J. A. & HEDBERG, H. D. 1930. Notes on some foraminifera from Venezuela and Colombia, S.A. *Contributions Cushman Laboratory Foraminiferal Research* **79**(23):79-108.

\_\_\_\_\_, 1941. Upper Cretaceous Foraminifera from Santander del Norte, Colombia S. A. *Contributions Cushman Laboratory Foraminiferal Research* **7**(4):79-102.

CUSHMAN, J.A., 1946. Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal región of the United States and Adjacent areas. *USGS Professional Paper* (206):1-241.

DURAN, G. & SALAZAR, E., 1986. Estudio bioestratigráfico del Cretáceo Superior en el Ecuador. In: Volkheimer, W., Ed. *Bioestratigrafía de los sistemas regionales del Jurásico y Cretáceo de América del Sur*, Mendoza, pp 553-568.

GEROCH, S. & NOWAK, W., 1984 Proposal of zonation for the Late Tithonian-Late Eocene, based upon arenaceous Foraminifera from the Outer Carpathians, Poland. In: H.J. Oertli (ed.), *BENTHOS '83: 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera (Pau, April 11-15, 1983)*, 225-239, Elf-Aquitane, ESO REP and TOTAL CFP, Pau & Bordeaux.

HILTERMANN, H.H., 1974. *Rzehakina epigona* und Unterarten dieser foraminifere. *Paläontologische Zeitschrift*, **48**, 36-56.

- KAIHO, K., Fujiwara, O. & Motoyama, I. 1993. Mid-Cretaceous faunal turnover of intermediate-water benthic foraminifera in the northeastern Pacific Ocean margin. *Marine Micropaleontology*, **23**, 13-49.
- KAMINSKI, M.A. & GEROCH, S. 1993. A revision of foraminiferal species from the Grzybowski collection. En: Kaminski M.A., Geroch S. & Kaminski D. (eds), *The origins of applied micropaleontology: the school of Józef Grzybowski*. Grzybowski Foundation Special Publication no 1. Alden Press, pp. 239-323.
- MARTÍNEZ, J.I., 1989. Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Maastrichtian Colon Mudstone of northern South America. *Micropaleontology* 35(2):97-113.
- \_\_\_\_\_, 1995. Microfósiles del Grupo Guadalupe y la Formación Guaduas (Campaniano-Maastrichtiano) en la sección de Tausa, Cundinamarca, Colombia- Revista Ciencia Tecnología y Futuro 1(1):65-81, Bucaramanga.
- NEDERBRAGT, A.J., 1991. Late Cretaceous biostratigraphy and development of Heterohelicidae, planktonic foraminifera. *Micropaleontology* 37(4):329-372
- OLSZEWSKA, B. 1997. Foraminiferal biostratigraphy of the Polish Outer Carpathians: a record of basin geohistory. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **67**, 325-336.
- PETTERS, V., 1955. Development of upper Cretaceous foraminiferal faunas in Colombia. *Journal of Paleontology* 29(2):212-225.
- ROBASZYNSKI, F., CARON, M., GONZALES DONOSO, J. M., WONDERS, A. & E. W. G. P. F., 1984. Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaleontologie*, 26(3-4):145-305. Paris.
- SCOTT, G.H. 1961. Contribution to the knowledge of *Rzehakina* Cushman (Foraminifera) in New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, **4** (1), 3 - 43.
- STONE, B., 1949. Foraminifera from Northwestern Peru. *Jour of Paleontology* (23):81-83.
- TCHEGLIAKOVA, N., 1993. Los Foraminíferos y minerales autigénicos de la Formación Umir (Sección Quebrada La Julia, Valle Medio del Magdalena): registro de una laguna costera a finales del Cretáceo superior (Maastrichtiano). *Geol. Col.* (18):107-117, Bogotá.
- \_\_\_\_\_, 1995. Los foraminíferos de la Formación Umir, Sección Quebrada La Julia: registro del Cretáceo Superior Cuspidal, Maastrichtiano en el Valle Medio del Magdalena, Colombia. *Geol. Col.* (19):109-130, Bogotá.
- TCHEGLIAKOVA, N. & PEREZ, V., 1995. Registro de la Zona Bioestratigráfica *Dicarinella concavata* (Foraminiferida) en el Extremo noroccidental de Suramérica (Colombia). *Geol. Col.* (19):109-130, Bogotá.

THALMANN, H.E. 1949. Regional-stratigraphische Verbreitung der Foraminiferen-Gattung *Rzehakina* Cushman, 1927. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **42** (2), 506 - 507.

VERGARA, L., 1997 Paleontological Notes on some Foraminifera from the Cretaceous of the Upper Magdalena Valley, Colombia. *Geol. Col.* (22):121-133, Bogotá.

VERGARA, L., RODRIGUEZ G. & MARTÍNEZ, J. I., 1997. Agglutinated foraminifera and sequence Stratigraphy from the Chipaque Formation (Upper Cretaceous) of El Crucero Section, Colombia, South América. *Micropaleontology* 43(2):185-201.



FIGURA T-1 MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS CUENCAS ESTUDIADAS



ESCALA M/A TIEMPO	EIDADES GEOLOGICAS		FORAMINIFEROS PLANCTONICOS ZONAS TROPICALES		NORTE DE SURAMERICA	ZONAS Y ASOCIACIONES FORAMINIFERICAS DE ESTE TRABAJO
			CARON, 1985	BERGGREN & PEARSON, 2005	RINCÓN ET AL. (2007)	
11.60	MIOCENO MEDIO			M10		
				M9		
				M8		
				M7		
				M6		
				M5		
15.97	MIOCENO TEMPRANO					
23.03	OLIGOCENO			M1		
				P22		
				P21	b a	PARAGLOBOROTALIA OPIMA
				P20		
				P19		TURBOROTALIA AMPLIAPERTURA
				P18		
				P17		
				P16		SUBBOTINA YEGUAENSIS
33.90	EOCENO TARDIO			P15		
43.60	EOCENO MEDIO			P14		
				P13		
				P12		PARAGLOBOROTALIA GRIFFINOIDES
				P11		
				P10		
48.6	EOCENO TEMPRANO			P9		
				P8		ACARININA PENTACAMERATA
				P7		
				P6		
				P5		
				P4	b c a	
				P3	b a	
				P2		
				P1	c b a	
55.8	PALEOCENO TARDIO					
	TEMPRANO					
65.5	MAASTRICHIANO		A. MAYARDENSIS			
			G. GANSSERI			
			G. AEGYPTIACA			
			G. HAVANENSIS			
70.6	CAMPANIANO		G. CALCARATA			
			G. VENTRICOSA			
			G. ELEVATA			
83.5	SANTONIANO		D. ASYMETRICA			
			D. CONCAVATA			
85.8	CONIACIANO		D. PRIMITIVA			
88.6	TURONIANO		M. SIGALI			
			M. SIGALI			
93.6	CENOMANIANO					
99.6	ALBIANO					
112	APTIANO					
125	BARRENIANO					
130	HAUTERIVIANO					

ZONIFICACIÓN PALINOLÓGICA REGIONAL Y ZONAS PROPUESTAS PARA ESTE TRABAJO

ESCALA TIEMPO	EADAES GEOLOGICAS	GERMERAAD ET AL (1968)			CODIGO	REGALI ET AL (1974)		SUPER ZONA	MULLER ET AL (1987)		JARAMILLO & RUEDA (2004)		BIOSS LTDA. VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA (1992)		ZONIFICACIÓN PROPUESTA PARA ESTE TRABAJO <b>BIOSS 2009</b>			ESCALA TIEMPO	EADAES GEOLOGICAS								
		ZONAS PANTROPICALES	ZONAS ATLANTICAS	ZONAS CARIBEÑAS		CODIGO	ZONA		ZONA	CODIGO	PALINOLOGIA	SUPER ZONA	ZONA	SUPER ZONA	ZONA	SUB ZONA											
55.8	EOCENO	PROXAPETITES OPERCULATUS	RETIBREVITRICOLPITES TRIANGULATUS		PT-10	PROXAPERTITES OPERCULATUS	VII	RUGOTRICOLPORITES FELIX	Mi-S. SPIRALIS	23	PROXAPERTITES OPERCULATUS							EOCENO									
	PALEOCENO	PROXAPETITES OPERCULATUS	RETIDIPORITES MAGDALENENSIS	FOVEOTRICOLPITES PERFORATUS				PP-10	FOVEOTRICOLPITES PERFORATUS	Pa7 - F. perforatus								21	FOVEOTRICOLPITES PERFORATUS	LONGAPERTITES PROXAPERTITOIDES							PALEOCENO
				CTENOLOPHONIDITES LISAMAE				GEMMASTEPHANOCOLPITES GEMMATUS	Pa6 - B. annae	20								CTENOLOPHONIDITES LISAMAE									
			FOVEOTRILETES MARGARITAE	FOVEOTRILETES MARGARITAE			SPINIZONOCOLPITES BACULATUS	Pa5c - Mauritiidites	19																		
65.5	MAASTRICHTIANO		PROTEACIDITES DEHAANI		PC-60		VI	PROTEACIDITES DEHAANI	Pa04 - E. protofranciscoi	18	DINOGYMNIUM	DINOGYMNIUM EUCLAENSIS	DINOGYMNIUM	PROTEACIDITES DEHAANI	ANDALUSIELLA GABONENSE SENEGALINIUM BICAVATUM			MAASTRICHTIANO									
					PC-66	CRASSITRICOLPORITES SUBPROLATUS		Pa03 - B. andreevi	17	BUTTNIA ANDREEVI				BUTTNIA ANDREEVI													
					PC-64			Pa02 - S. echinatus	16																		
70.6	CAMPANIANO					CRASSITRICOLPORITES BRASILJENSIS	VI	AURICULIIDITES RETICULARIS	Pa01 - Duplotriporites	15	DINOGYMNIUM	DINOGYMNIUM EUCLAENSIS	DINOGYMNIUM	ANDALUSIELLA	TRICHODINIUM CASTANEUM CERODINIUM GRANULOESTRIATUM			CAMPANIANO									
																					PC-62		Cerodinium	Senegalinium	13		
									Pa00 - F. margaritae	14																	
									Dinogymnium	12				PALAEOHYSTRICOPHORA- INFUSORIOIDES SPINIDIUM ECHINOIDEUM													
83.5	SANTONIANO				PC-50	HEXAPOROTRICOLPITES EMELIANOVI	V	DROSERIDITES SENONICUS	D. senonicus	11	CLASSOPOLLIS	CALLIALASPORITES DAMPIERI	DROSEDIRITES SENONICUS					SANTONIANO									
85.8	CONIACIANO				PC-52			Interval Zone	Interval Zone	10															CONIACIANO		
88.6	TURONIANO				PC-40	ELATEROPOLLENITES AFRICAENSIS	IV	TRIORITES AFRICAENSIS	Triorites	9	CLASSOPOLLIS	CALLIALASPORITES DAMPIERI	DROSEDIRITES SENONICUS					TURONIANO									
								PC-48		ELATEROSPORITES PROTENSUS / E VERRACATUS - AFROPOLLIS								E. castelaine	7								
93.6	CENOMANIANO				PC-30	INAPERTU MICROCLAVATUS	III	TRICOLPITES EXESIPOLLENITES TUMULUS	C. polygonalis	5	CLASSOPOLLIS	CALLIALASPORITES DAMPIERI	DROSEDIRITES SENONICUS					CENOMANIANO									
								PC-46		ELATEROPOLLENITES JARDINEI								E. protensus	6								
99.6	ALBIANO				PC-30	INAPERTU MICROCLAVATUS	III	TRICOLPITES EXESIPOLLENITES TUMULUS	Odontochitiina	4	CLASSOPOLLIS	CALLIALASPORITES DAMPIERI	DROSEDIRITES SENONICUS					ALBIANO									
								PC-36		TRICOLPITES EXESIPOLLENITES TUMULUS								Criboperidinium	3								
									Cyathidites	2																	
112	APTIANO						II	INAPERTUROPOLLENITES CRISOPOLENSIS AFROPOLLIS	Subtilisphaera	1				AEQUITRIRADITES				APTIANO									





**CUENCA CORDILLERA ORIENTAL SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS ANALIZADAS  
 REPORTE BIOS 694 / 2009**



CONTRATO No. 2082950

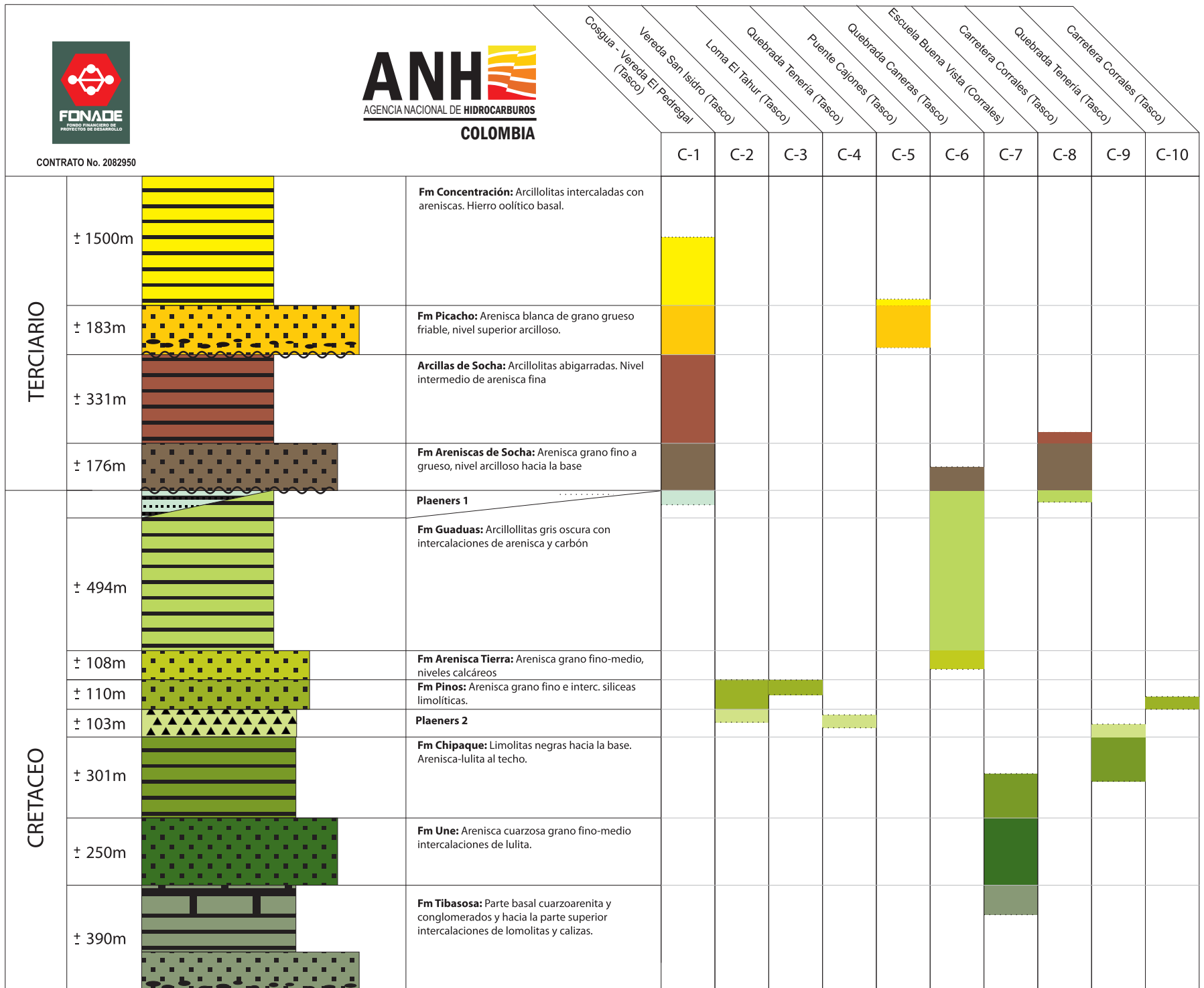


FIGURA T-CO-1

**CUENCA CESAR RANCHERÍA**  
**SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS ANALIZADAS**  
**REPORT E BIOS S 694/2009**



CONTRATO No. 2082950



Arroyo Alberto  
 Caño Perdido  
 Río Fernambuco Casa Roja  
 Río Fernambuco Norte  
 Río Fernambuco Occidente  
 Río Maracas  
 Carbones de la Jagua  
 Victoria Beceril

Formación	COD. FORM	Espesor Promedio(M)	LITOLOGIA							DESCRIPCION	CR-1	CR-2	CR-3	CR-4	CR-5	CR-6	CR-7	CR-8	
			Evapor	Md	Wk	Pk	Gr	Bo											
			Lo	U	L	M	Gr	MG	Cm		Cc								
Cuaternario	Qt																		
Terciario	LOS CUERVOS BARCO	Ebc >500								Bancos métricos de arcillolitas varicoloreadas laminadas y macizas con abundantes fragmentos vegetales intercaladas con facies heterolíticas de arenitas y lodolitas laminadas y bioturbadas. Ocasionalmente secuencias granocrecientes y granodecrecientes completas e incompletas de arenitas subarcóicas con estratificación cruzada planar y laminadas bioturbadas. En el segmento superior son comunes los mantos de carbón.									
Cretáceo	MOLINO	K2m >500								Bancos métricos de shale con laminación horizontal muy fina color gris medio a gris oscuro, con intercalaciones menores de calizas en capas finas y medias tabulares									
	LA LUNA	K2ll 170								Paquetes métricos de lodolitas calcáreas negras de carácter fisil con concreciones decimétricas de mudstone con amonitas. Son comunes los mudstone fosilíferos en capas medias tabulares									
	GRUPO COGOLLO	MARACAS TOCUY	K1tm 322								Capas gruesas de wackestone fosilíferos bioturbados intercalados con mudstone fosilíferos bioturbados y lodolitas calcáreas bioturbadas.								
		ANIMAS	K1a 270								Intercalaciones medias y gruesas de mudstone fosilíferos con laminación horizontal y lodolitas calcáreas con laminación horizontal. Es común la presencia de arenitas glauconíticas.								
	LAGUNITAS	K1ll 320								Paquetes métricos y decamétricos de lodolitas calcáreas negras de carácter fisil con concreciones decimétricas de mudstone localmente con amonitas. Hacia la base de la unidad se presentan mudstone fosilíferos en capas medias tabulares									
	RIO NEGRO	K1m 800 a 1000								Capas gruesas de wackestone fosilíferos bioturbados intercalados con mudstone fosilíferos bioturbados y lodolitas calcáreas bioturbadas. Hacia la base se aprecia un banco métrico de packstone con estratificación cruzada planar									
										Secuencias granodecrecientes completas que inician con arenitas de grano medio con estratificación cruzada planar continúan arenitas bioturbadas y terminan lodolitas o limolitas bioturbadas. Intercalaciones de limolitas rojas y arenitas arcóicas									
										Secuencias granodecrecientes incompletas que inician con conglomerados matriz y clastosoportados, seguidos por arenitas conglomeráticas y termina con arenitas de grano grueso con estratificación cruzada planar.									
	LA QUINTA	Jlq >500								Secuencias volcanosedimentarias compuestas por tobas, arenitas arcóicas rojizas y limolitas macizas rojizas en capas gruesas subtabulares. Muy localmente arenitas conglomeráticas									

FIGURA T-CR-1

**CUENCA CHOCO (TADO)**  
**SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS ANALIZADAS**  
**REPORTE BIOS 694/2009**



CONTRATO No. 2082950



Quebrada Bernabe  
 Quebrada Santa Catalina  
 Quebrada Santa  
 Quebrada Manantial  
 Quebrada La Cuelga  
 Quebrada La Larga  
 Quebrada Manungará

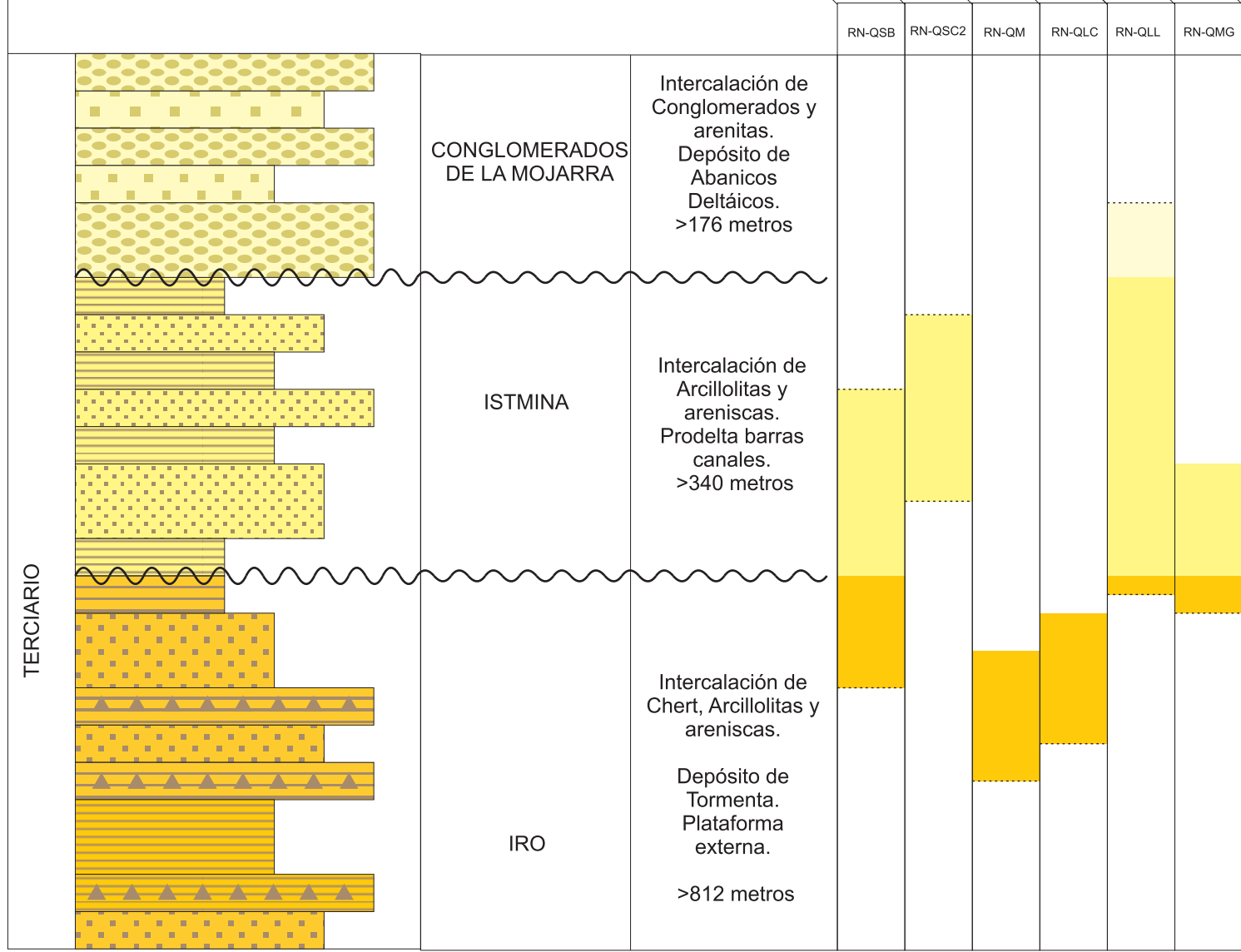


FIGURA T-RN-1

**CUENCA DEL SINÚ**  
**SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS ANALIZADAS**  
**REPORTE BIOS 694/2009**

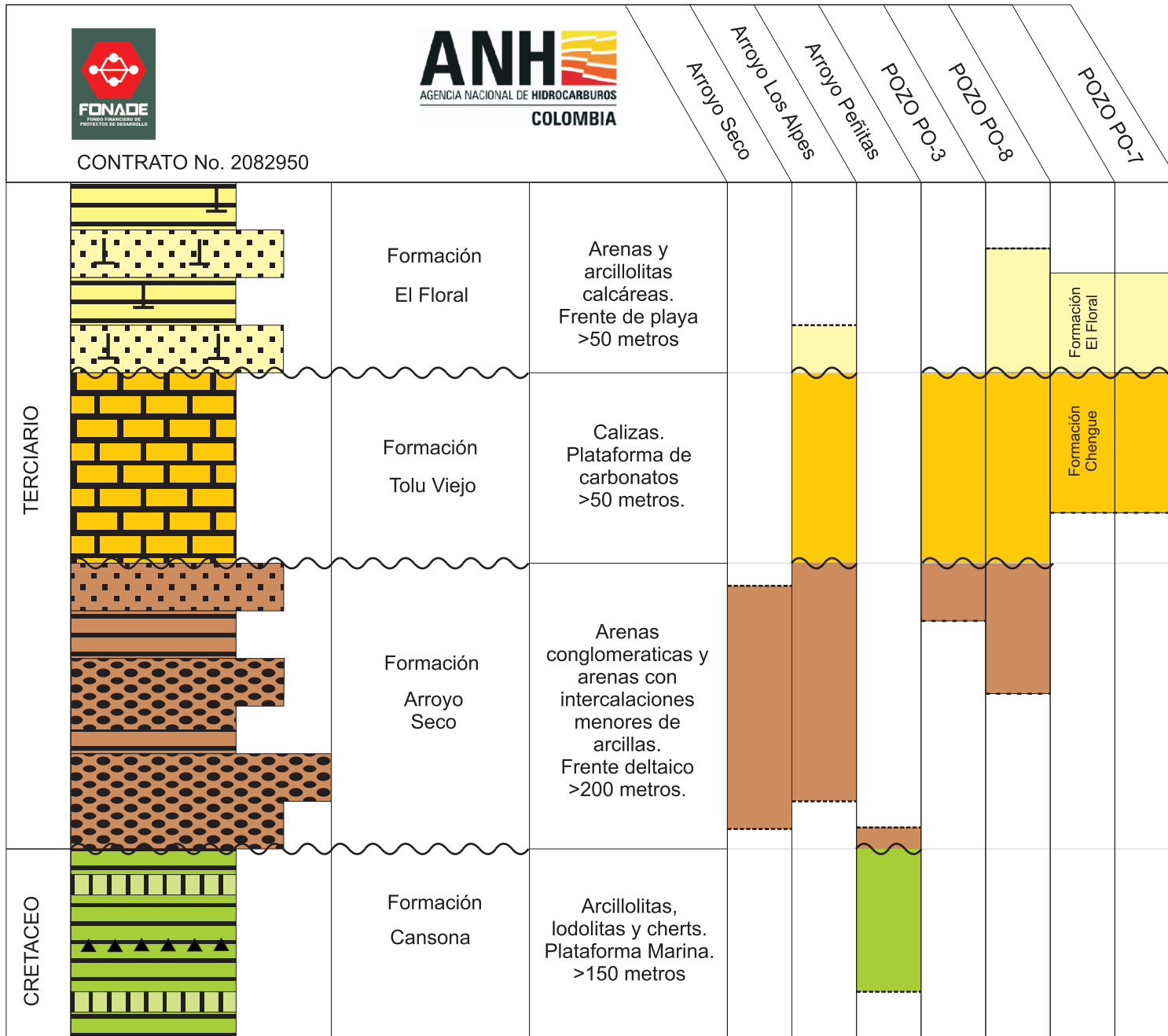


FIGURA T-SC-1