

**PATRONAMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO CON BASE EN FORAMINÍFEROS
PLANCTÓNICOS EN EL INTERVALO 2110' – 5620' DEL POZO REMOLINO
GRANDE -1, SUBCUENCA DE TUMACO, PACÍFICO COLOMBIANO**

**EDINSON DAVID PEÑALOZA GOMEZ
NELSON SÁNCHEZ RUEDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2006

**PATRONAMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO CON BASE EN FORAMINÍFEROS
PLANCTÓNICOS EN EL INTERVALO 2110' – 5620' DEL POZO REMOLINO
GRANDE -1, SUBCUENCA DE TUMACO, PACÍFICO COLOMBIANO**

**EDINSON DAVID PEÑALOZA GOMEZ
NELSON SÁNCHEZ RUEDA**

Trabajo de Grado para optar el título Geólogo.

DIRECTORES

Ph. D. Marco I. Álvarez
Escuela Geología UIS

Geol. Mauricio A. Pulido
ECOPETROL - ICP

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2006

AGRADECIMIENTOS

La posibilidad de desarrollar este y todos los proyectos de nuestras vidas son gracias a la bondad y voluntad de Dios.

Por eso, los autores agradecen a:

La Universidad Industrial de Santander, por formarnos humana y técnicamente.

El Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), por creer en el aporte universitario a la solución de problemas en la industria.

Ph. D. Fernando Muñoz por creer en nosotros y darnos la oportunidad de desarrollar este proyecto.

Geólogo Mauricio Pulido por aceptar la dirección del proyecto y guiarnos hacia la meta.

Ph. D. Marco Álvarez por sus aportes al desarrollo satisfactorio de este trabajo.

Ph. D. Vladimir Torres por toda su colaboración para culminar con éxito este proyecto.

M.A., Ph. D. Hermann Duque Caro por sus asesorías y compartir sus inmensos conocimientos con nosotros.

El equipo de Bioestratigrafía de ECOPETROL-ICP, en especial a José Arenas y Daniel Rincón por sus aportes técnicos.

Los calificadores Ph. D. Mario García y Geol. Magda Cogollo por su colaboración.

Los profesores Luís Carlos Mantilla y Ricardo Mier, por darle bases sólidas a nuestra formación como profesionales.

M. Sc. Luís Miguel Bernardo, M. Sc. Jorge Rubiano, M. Sc. Miriam Caro, M. Sc. Diego García, M. Sc. Iván Olaya (ahora en HOCOL), Diana Ballesteros (CIT) y todas las personas del ICP que contribuyeron de una forma u otra a la realización de este proyecto y a nuestra formación como profesionales.

DEDICATORIA

*“Sólo es posible avanzar cuando se mira lejos.
Solo cabe progresar cuando se piensa en grande.”*

José Ortega y Gasset

A mi madre y Hermano, Nubia y Luís Miguel, por que gracia a su amor, confianza y sacrificios he alcanzado satisfactoriamente una de mis metas.

A mi Padre Orlando y su familia por todo el apoyo en los momentos más difíciles.

A la familia Salcedo Ardila por acogerme como uno más de sus integrantes, en especial a la Sra. Bernarda por todo el apoyo y la confianza que deposito en mí.

A mi novia Carolina, por estar en los buenos y malos momentos, por no dejarme desfallecer y brindarme todo su amor.

A mi compañero y amigo David, por el empuje y la perseverancia para que las cosas salieran bien.

NELSON SÁNCHEZ RUEDA

DEDICATORIA

A lo largo de mi vida siempre he tenido inconvenientes que para mi no han sido problema por que he cuento con la fortuna de que Dios este conmigo, por él y gracias a que me dio la persona mas tierna maravillosa y llena de todo el amor y empuje que jamás nadie en esta vida me podrá brindar, es que he logrado esta meta en mi camino. Por eso esta dedicatoria es especialmente para ella ese ser llamado Madre, que a pesar de todas las adversidades siempre tomo las mejores decisiones para hacer este pequeño sueño realidad, gracias Rebeca Gomez Carreño.

Además les dedico esta meta alcanzada a

Mis hermanos Alberiro, Mayerly, Xiomara mi cuñada Sandra y sobrina por creer en mí.

A mi papa Rafael Peñaloza, y a mi abuelita Dora.

A mis tías Olga, la memoria de Noemí, Rosa, Primos.

En general a mis dos familias Carreño y Peñaloza por la fuerza y garra que me brindaron

A mi amada novia Aura Maria Roa Prada quien me acompaño y fue un apoyo incondicional en estos años de estudio, alegrías, tristezas, triunfos y dificultades.

A mis amigos Chucureños y bumangueses por todos los buenos momentos que vivieron conmigo desde el inicio de este sueño y durante el transcurso del mismo.

A las familias Roa Prada, Tuiran Ruiz, Amaya, Monsalve, Vargas Pardo, Rueda por sentirme acogidos por cada uno de de ustedes.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en este objetivo alcanzado.

EDINSON DAVID PEÑALOZA GÓMEZ

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
1. ÁREA DE ESTUDIO	17
1.1. LOCALIZACIÓN.....	17
1.2. MARCO GEOLOGICO REGIONAL	18
1.2.1 Unidades Tectonoestratigráficas	19
1.2.2 Geología Estructural	20
1.2.3 Geología del Petróleo.....	22
2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO EN LA SUBCUENCA DE TUMACO	25
3. GENERALIDADES DE FORAMINÍFEROS Y BIOESTRATIGRAFIA	26
3.1. FORAMINÍFEROS	26
3.2. BIOESTRATIGRAFÍA	27
4. METODOLOGÍA	28
4.1 FASE DE LABORATORIO.....	28
4.1.1 Preparación de Muestras en el Laboratorio, “Picking” Y “Sorting”.....	29
4.1.1.1 Materiales.....	29
4.1.1.2 Proceso de Preparación	29
4.1.1.2 “Picking” o extracción de foraminíferos	30
4.1.1.3 Organización de los especímenes “sorting”	30
4.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOBATIMETRÍA	31
4.2.1 Clasificación Taxonómica y Bioestratigrafía.....	31
4.2.2 Paleobatimetría.....	33
4.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	35
5. RESULTADOS	36
5.1 PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y RECUPERACIÓN DE FORAMINÍFEROS	36
5.1.1 Porcentaje de Arcilla por Gramo de Muestra Preparada.....	36
5.1.2 Recuperación de foraminíferos por Gramo de Muestra Preparada.....	37
5.1.3 Cantidad de Residuo por Muestra Preparada.....	38
5.1.4 Peso de Muestra Recuperada por Muestra Preparada.....	39
5.2 TAXONOMÍA	39
5.3 PALEOBATIMETRÍA	41
6. BIOESTRATIGRAFIA	43

6.1 ZONIFICACION	43
7. DISCUSION DE RESULTADOS	45
7.1 LITOLOGÍA Y SU RELACIÓN CON LA RECUPERACIÓN DE FORAMINÍFEROS	45
7.2 BIOESTRATIGRAFÍA Y SU CONTEXTO REGIONAL.....	46
7.2.1 Correlación Bioestratigráfica	47
7.3 PALEOBATIMETRÍA	48
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA	54

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	Pág.
Figura 1.1. Localización del área de estudio y el pozo Remolino Grande –1.....	17
Figura 1.2. Mapa litotectónico y morfoestructural del noroeste de Suramérica.	18
Figura 1.3. Columna generalizada de la subcuenca de Tumaco	19
Figura 1.4. Secuencias tectonoestratigráficas y profundidad de la base de las unidades perforadas por los pozos exploratorios en la subcuenca de Tumaco	21
Figura 1.5. Sección geológica longitudinal S-N de la subcuenca de Tumaco	22
Figura 1.6. Conceptos exploratorios para la subcuenca Tumaco.....	23
Figura 1.7. Volumen de hidrocarburo expelido por la formación Iró de acuerdo a los tres escenarios analizados para la subcuenca de Tumaco, 1 escenario pesimista, 2 escenario realista y 3 escenario optimista	24
Figura 3.1. Elementos estructurales de los foraminíferos.....	26
Figura 4.1. Zonificación propuesta por Bolli et al., (1985) y zonificación propuesta por Blow, (1969)	32
Tabla 4.1. Valores de profundidad a partir de la ecuación (1) para porcentajes enteros de foraminíferos planctónicos.	34
Figura 4.2. Curva general de profundidad para porcentajes enteros de foraminíferos planctónicos.	34
Figura 5.1. Tendencia del porcentaje de Arcilla por Muestra.....	37
Figura 5.2. Tendencia cantidad de foraminíferos recuperados por gramo de muestra preparada.....	38
Figura 5.3. Tendencia cantidad de residuo por muestra.....	38
Figura 5.4. Tendencia peso de muestra recuperada por muestra.	39
Figura 5.5. Porcentaje de géneros de foraminíferos planctónicos.	40
Figura 5.6. Porcentaje de especies de foraminíferos planctónicos mas abundantes. ..	40
Figura 5.7. Curva de paleoprofundidad para todas las muestras efectivas correspondiente al intervalo de interés.....	41
Figura 5.8. Curva de paleoprofundidad a partir de la ecuación (1) discriminando muestras por rarefacción.	42
Figura 7.1. Ubicación de los pozos Opogado-1 y Remolino Grande-1	48
Figura 7.2. Perfil de profundidades del océano.	49

ANEXOS Y APENDICE

Anexo 1: Síntesis Preparación de Muestras.

Anexo 2: Tabla de distribución de foraminíferos planctónicos.

Anexo 3: Tabla de distribución de foraminíferos bentónicos.

Anexo 4: Síntesis de parámetros para el cálculo de paleobatimetrías.

Anexo 5: Carta de dispersión de foraminíferos planctónicos.

Anexo 6: Diagrama de correlación de los LAD's entre los pozos Remolino Grande-1 y Opogado-1.

Anexo 7: Diagrama de la columna del pozo Remolino Grade-1 y correlación de las zonas según Bolli *et al.*, (1985) con el pozo Opogado-1.

Anexo 8: Diagrama integrado de la columna estratigráfica, las zonas y paleobatimetrías estimadas para el pozo Remolino Grande -1

Apéndice 1: Taxonomía

Título: “Patronamiento Bioestratigráfico con Base en Foraminíferos Planctónicos del Pozo Remolino Grande -1, Subcuenca de Tumaco, Pacífico Colombiano” *

Autores: Edinson David Peñaloza Gómez
Nelson Sánchez Rueda****

Palabras Claves: Foraminíferos, Bioestratigrafía, Taxonomía, Zonificación, Paleobatimetría, Oligoceno Mioceno, Pozo Remolino Grande-1, Pacífico Colombiano.

RESUMEN

En este documento se presenta la bioestratigrafía con base a foraminíferos planctónicos del intervalo 2110' a 5620' del pozo Remolino Grande – 1, el cual está ubicado en la subcuenca de Tumaco: Pacífico colombiano. Del pozo se tomaron 47 muestras de zanja húmeda, de éstas se tomaron 34 para realizar el estudio taxonómico de los foraminíferos. Los foraminíferos son ampliamente utilizados en prospecciones petroleras, como indicadores de la edad geológica relativa de los sedimentos (biocronología).

Se identificaron 10 géneros y 45 especies de foraminíferos planctónicos y 30 géneros de foraminíferos bentónicos. Con esta información se generó la carta de dispersión de foraminíferos planctónicos y a partir de esta se establecen dos zonas, la primera de edad Oligoceno (P21) y la segunda Mioceno medio (N8-N10), se identifica un faltante de tiempo correspondiente con las zonas P22 a N7 el cual se atribuye al hiato P22 a N4 reportado para la región y al cambio facial entre las formaciones Viche y Cayapas, que no permitió el registro de estas biozonas.

Las estimaciones paleobatimétricas con base a la relación entre foraminíferos planctónicos y bentónicos arrojan profundidades de nerítico medio a batial superior, para subcuenca de Tumaco en el Oligoceno-Mioceno.

* TRABAJO DE GRADO.

** FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS; ESCUELA GEOLOGÍA. DIRECTOR, MARCO I. ÁLVAEREZ

Title: "Biostratigraphy Assessment Based on Planktonic Foraminifera from Interval 2110' – 5620' of the Well Remolino Grande-1, Tumaco Subbasin, Colombian Pacific". *

Authors: Edinson David Peñaloza Gómez * *
Nelson Sánchez Rueda * *

Keywords: Foraminifera, Biostratigraphy, Taxonomy, Zonation, Paleobathymetry, Oligocene, Miocene, well Remolino Grande-1, Colombian Pacific.

ABSTRACT

In this document the biostratigraphy is presented based on planktonic foraminifera from interval 2110' to 5620' of the well Remolino Grande - 1, the one which this located in the Colombian Pacific's Tumaco subbasin. 47 of humid trench samples were taking of the well; 34 of these were taking to carry out the taxonomic study of the foraminifera. The foraminifera are broadly used in oil prospecting, as indicators of the relative geologic age of the silts (biocronology).

10 genera and 45 species of planktonic foraminifer and 30 genera of benthic foraminifera were identified. With this information was generated the letter of dispersion of planktonic foraminifera and it was established two zones, the first one; of Oligocene age (P21) and the second, middle Miocene (N8-N10). An absent of time corresponding with the zones P22-N7 is identified, which is attributed to the hiatus P22 to N4 reported for the region and to the facial change among the Viche and Cayapas formations that it didn't allow the registration of these biozones.

The estimates paleobathymetrics base on the relationship between planktonic and benthic foraminifera throw depths of middle Neritic to upper Bathyal for Tumaco subbasin in the Oligocene-Miocene.

* PROJECT OF DEGREE.

**FACULTY OF PHYSICO-CHEMICAL ENGINEERING; SCHOOL OF GEOLOGY. DIRECTOR, MARCO I. ÁLVAREZ

INTRODUCCIÓN

Determinar la cronoestratigrafía de las rocas en las cuales se encuentran las acumulaciones o manifestaciones de petróleo en el subsuelo, ayuda a orientar la actividad exploratoria. Teniendo en cuenta trabajos como los Suárez (1990) y Gómez & Ramírez (1991), donde se nota la ausencia de un patronamiento bioestratigráfico para el Pacífico sur colombiano y la poca información micropaleontológica disponible, contándose solo con dos trabajos Duque (2000) y Hughes *et al.*, (1988), se hace necesario adquirir y actualizar la información micropaleontológica para validar o modificar los datos existentes de otras regiones.

Se ha elegido como área de estudio, la parte costa adentro de la subcuena de Tumaco, donde se presume se encontrarían los posibles reservorios y trampas (Gómez & Ramírez, 1992). Se escogió para este estudio el intervalo 2110'-5620', el cual es reconocido como Mioceno inferior por autores como Ojeda & Calife (1987), Suárez (1990). Este intervalo de tiempo corresponde a un periodo regional de levantamiento y erosión según Bürgl (1965), Stainforth (1968) y Duque (1975). Sin embargo Hughes *et al.*, (1988) con base en nanofósiles reporta sedimentación continua, generando la necesidad de verificar si el Hiato reportado por Duque (1990) en el área esta presente o no.

El potencial petrolífero del Pacífico sur colombiano se ve reflejado en las manifestaciones de hidrocarburos que se reportan en el subsuelo de la subcuena Tumaco (Pozo Chagüí-1) y en la subcuena del Atrato (Pozo Buchado-1). Estas ocurren en rocas del Mioceno Medio (Suárez, 1990).

Tomando en cuenta que las edades asignadas en Gómez & Ramírez, (1992), para la subcuena de Tumaco están basadas en una carta regional de cambios relativos del nivel del mar y conociendo que el área se encuentra en un margen tectónicamente activo (Cediel *et al.*, 2003), el estudio esta sujeto a presentar

insuficiencias, requiriéndose así un estudio micropaleontológico que pueda precisar esta información.

De los tres pozos perforados costa adentro en la subcuenca, se eligió el Remolino Grande-1, por ser el único en tener registrado el intervalo de tiempo de interés de forma completa en litologías más favorables para el recobro. Este estudio propone una biozonificación basada en foraminíferos planctónicos para el intervalo de profundidad comprendido entre 2110' – 5620' del pozo Remolino Grande – 1, que podrá ser utilizada como indicadora de edad geológica relativa, en los trabajos exploratorios futuros de la empresa en la región.

OBJETIVO GENERAL

Proponer el patronamiento bioestratigráfico con base en foraminíferos planctónicos del pozo Remolino Grande – 1, para el intervalo comprendido entre 2110' – 5620'.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Realizar la identificación taxonómica de los foraminíferos planctónicos presentes en el intervalo 2110' - 5620' del pozo Remolino Grande – 1.

Plantear la zonación bioestratigráfica con base en foraminíferos planctónicos para el intervalo de interés en el pozo Remolino Grande – 1.

Efectuar la correlación bioestratigráfica entre los pozos Remolino Grande – 1 y Opogado – 1, estableciendo el valor cronológico del intervalo de interés.

1. ÁREA DE ESTUDIO

1.1. LOCALIZACIÓN.

La subcuenca de Tumaco se encuentra limitada al Norte por el sistema de fallas de Garrapatas, al Sur por la frontera con Ecuador, al Oriente por la cordillera Occidental y al Occidente por la curva batimétrica de 200 m. Esta subcuenca abarca la parte occidental de los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño (Figura 1.1).

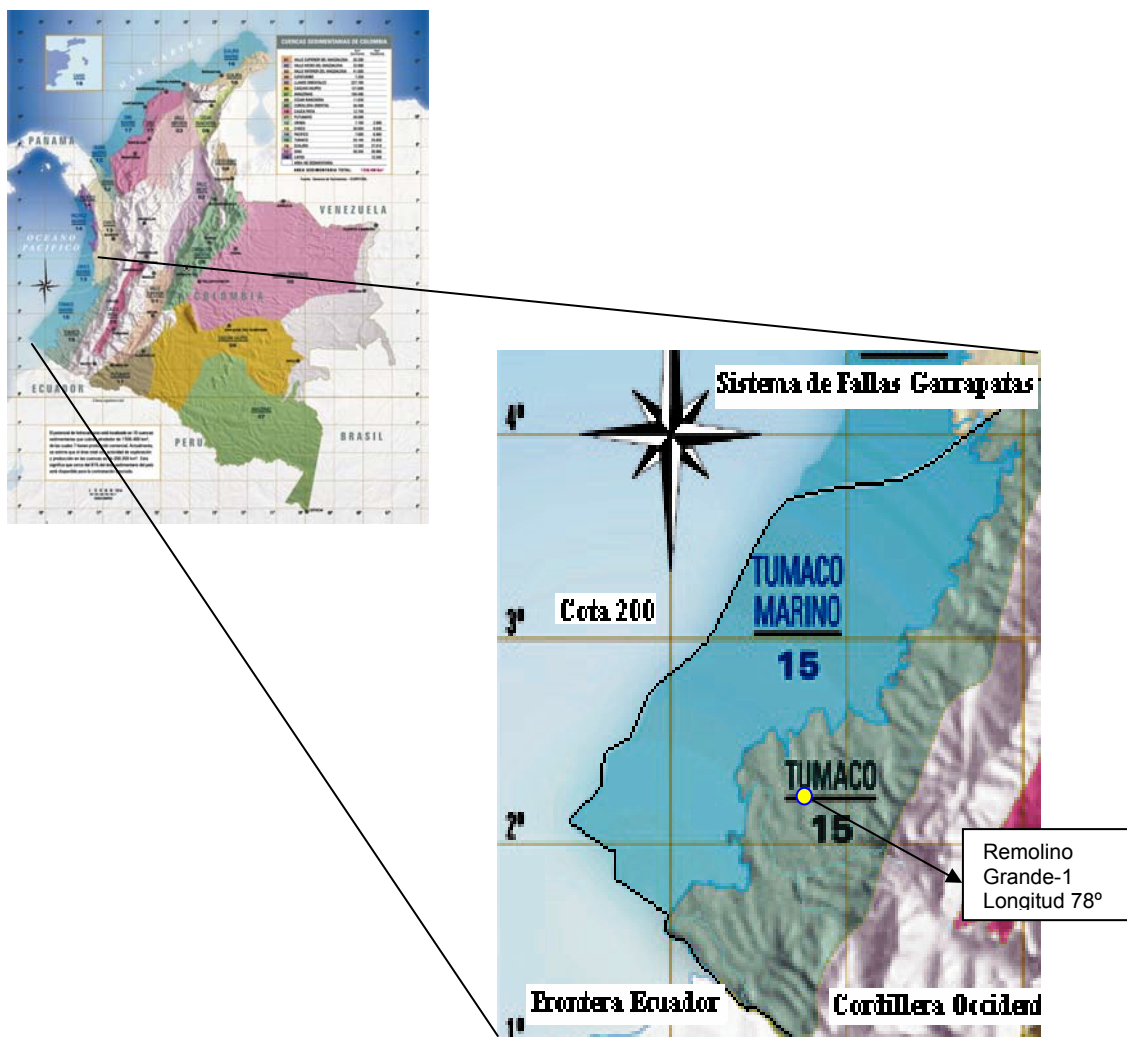


Figura 1.1. Localización del área de estudio y el pozo Remolino Grande -1 (tomado de www.epis.com.co).

1.2.1 Unidades Tectonoestratigráficas

Una unidad tectonoestratigráfica corresponde a una secuencia en estratigrafía de secuencias o a un sistema, que corresponde a grandes unidades separadas por discontinuidades regionales (Toussaint, 1995). La provincia tectono-estratigráfica de Tumaco se compone principalmente de rocas sedimentarias Terciarias y depósitos Cuaternarios (Figura 1.3).

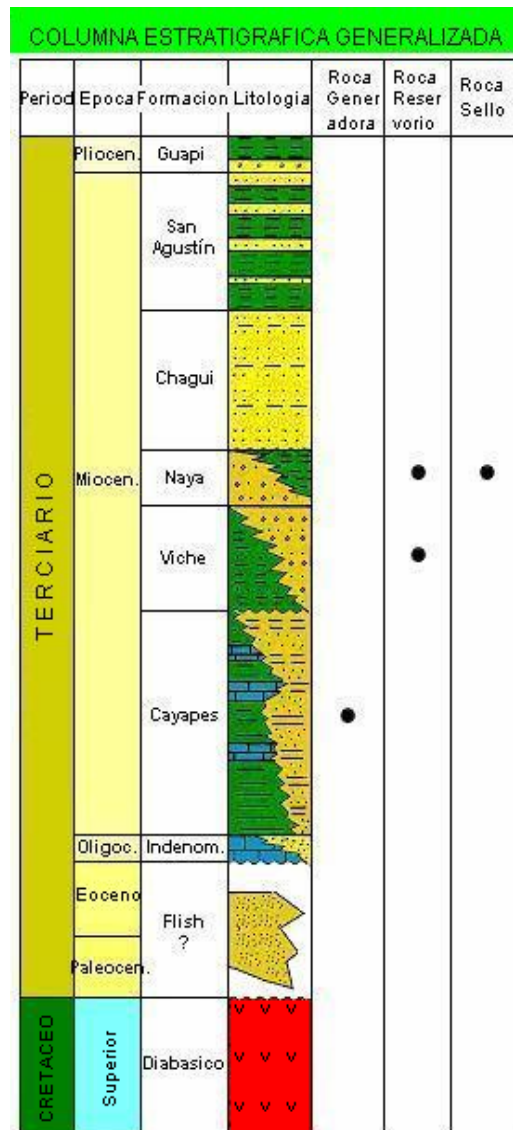


Figura 1.3. Columna generalizada de la subcuenca de Tumaco (tomado de www.epis.com.co). Nótese el basamento Diabásico, la roca generadora y reservorio.

En la provincia de Tumaco afloran rocas del Cretáceo superior que constituyen el basamento y rocas sedimentarias Terciarias desde el Eoceno hasta el Plioceno, que pueden ser separadas en cuatro unidades tectonoestratigráficas formadas en ambientes marinos profundos (Figura 1.4). Es posible que en el depocentro se encuentren rocas sedimentarias del Cretáceo mas superior y el Paleoceno, lo cual podría suceder considerando los espesores infrayacentes a rocas del Eoceno que muestra la información sísmica (Suárez, 1990).

1.2.2 Geología Estructural

La subcuenca de Tumaco se caracteriza por presentar un bajo grado de deformación estructural. No obstante, se pueden diferenciar dos grandes provincias: una al occidente que se manifiesta como un cinturón con dirección NE-SW distinguido por un marcado fallamiento normal al que se encuentran asociados altos de basamento y diapirismo de lodo, y otra al oriente, donde la deformación es incipiente manifestándose eventualmente hacia los límites con la Cordillera Occidental. Gómez & Ramírez (1992). El otro aspecto importante en la subcuenca de Tumaco es el diapirismo de lodo que causó plegamiento por empuje de las secuencias superiores. Se deduce que este fenómeno ha evolucionado casi de manera continua desde el Oligoceno, debido a un acentuado "on lap" de las formaciones del Oligoceno – Mioceno contra los flancos de las estructuras diapiricas Gómez & Ramírez (1992). El diapiro de mayor importancia es el de Changüí, definido en las líneas con dirección NNE-SSW, con una longitud que posiblemente sobrepase los 20 Km. por 10 Km. de ancho Gómez & Ramírez (1992).

SECUENCIAS	UNIDADES SUR	EDAD	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	AMBIENTE	REMOLINO GRANDE-1	FORMACIONES (ARCO COLOMBIA)
SECUENCIA C	F. Guapi	Plioceno - Cuaternario	Conglomerado basal-Depósitos Cuaternarios	Plataforma	ER	
SECUENCIA B	F. San Agustín	Mioceno superior	arcillolitas y limolitas con intercalaciones de arenitas tobáceas	Nerítico de plataforma externa	780	Formación Chagui
	F. Chagui		alternancia de arcillolitas, lodolitas y shales con arenitas y arenitas conglomeráticas	Batial medio a superior - cañones submarinos	AA	
SECUENCIA A	F. Angostura	Mioceno medio	Arenitas, arenitas conglomeráticas y conglomerados con matriz arcillosa	Batial medio a superior	2367'	
	F. Viche		Arcillas con niveles calcáreos e intercalaciones de arenita	Batial medio - Turbiditas	3521'	
MEGA SECUENCIA PRE-Tmm	U. Cayapas superior	Mioceno inferior	alternancia de arcillolitas grises, arenitas piroclásticas y calizas	Batial	AT	Formación Viche
	U. Cayapas inferior		Arcillolitas, arcillolitas limosas, shales y niveles de arenita	Abisal a batial	4740	Formación Cayapas
	Unidad 1 sur	Eoceno superior-Oligoceno	Alternancia de lodolitas, arenitas y calizas	Batial superior	5680'	
	grupo Diabásico	Cretáceo superior	Basaltos toléuticos y diabásas intercaladas con chert y shales		PT	grupo Diabásico
PT = Profundidad Total ER = Erosionada AT = Ausente por truncamiento AA = Ausente por Acuñaamiento — — — Discordancia Tmm = Terciario Mioceno medio						

Figura 1.4. Secuencias tectonoestratigráficas y profundidad de la base de las unidades perforadas por los pozos exploratorios en la subcuena de Tumaco (Tomado y Modificado de Suárez, 1990).

1.2.3 Geología del Petróleo

El potencial petrolífero de la subcuenca de Tumaco esta sustentado por los siguientes estudios:

Bueno & Govea (1979) proponen por primera vez el potencial petrolero de esta subcuenca, con base en geología general de superficie y de pozo desde la Llanura Pacífica hasta el arco de Sautata, incluyendo el Valle del Atrato, el San Juan y Tumaco. Bueno & Govea (1979) concluyen entre otras cosas que no se puede diferenciar claramente el límite Oligoceno – Mioceno. Casi diez años después Ojeda & Calife (1987) realizan la evaluación de una parte de la costa Pacífica buscando áreas de mejor potencial petrolífero, en esta se encuentra la subcuenca del San Juan-Tumaco; en la cual se hace un análisis sísmico, estratigráfico, estructural y geoquímico para hablar de la perspectivas petrolíferas. En este trabajo se identifican estructuras como altos estructurales, diapiros de lodo y una discordancia angular profunda en la plataforma continental que se encuentra truncando estratos del Mioceno inferior. Discordancias menos significativas separan secuencias menores dentro del Terciario (Figura 1.5). En este trabajo no es claro como se obtienen las edades asignadas a las secuencias.

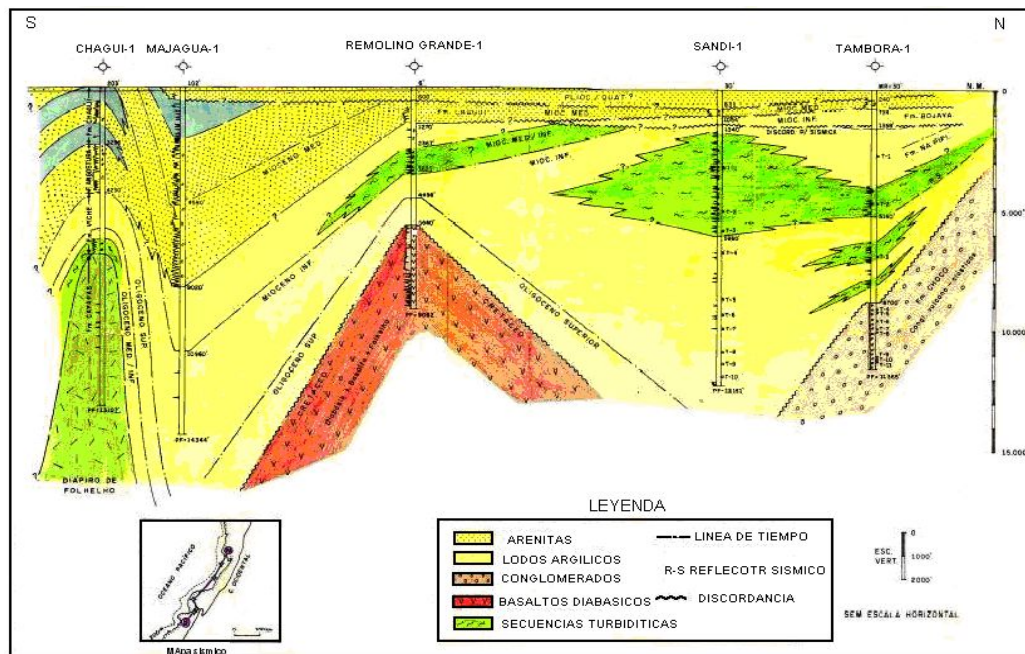


Figura 1.5. Sección geológica longitudinal S-N de la subcuenca de Tumaco (tomado de Ojeda & Calife, 1987).

Posterior a este se realizó el estudio más importante a nivel exploratorio, Suárez (1990), quien realizó un análisis de la información sísmica, de pozo, de superficie, gravimetría, magnetometría y geoquímica. Se analizaron cada una de las subcuencas presentes en la provincia de la costa Pacífica y se identificaron algunas áreas de mayor interés hidrocarburífero. Entre estas se encuentra la subcuenca de Tumaco donde realiza estratigrafía de secuencias, geología estructural y geología del petróleo. Buscando complementar el trabajo de Suárez (1990) se adquirió el programa sísmico Tumaco 91, en el que Gómez & Ramírez (1992) hacen la interpretación sísmico-estratigráfica del programa y su integración con los resultados del programa Tumaco 90. En este trabajo se concluye que la subcuenca presenta tres sistemas depositacionales que van desde el Oligoceno hasta el Mioceno tardío, presentándose procesos sedimentarios turbidíticos, encuentran que la subcuenca se puede dividir en dos provincias estructurales, la occidental con deformación moderada y la oriental donde la deformación es incipiente. Este trabajo propone además los tipos de “plays”, reservorios, facies y los sellos potenciales para la subcuenca (Figura 1.6).

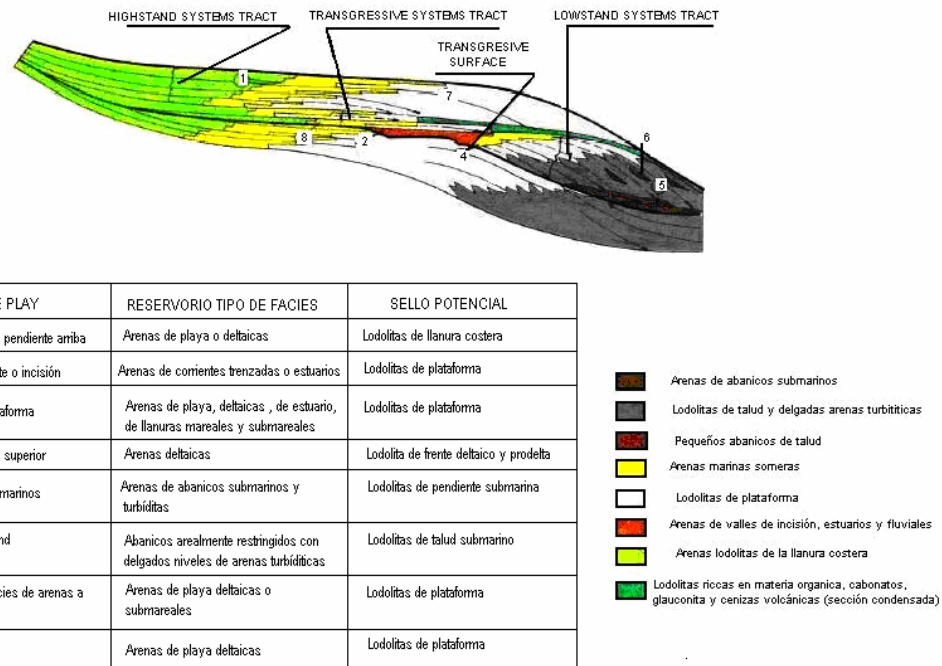


Figura 1.6. Conceptos exploratorios para la subcuenca Tumaco (tomado de Gómez & Ramírez, 1992).

Con los estudios realizados a la fecha se empieza a creer en el potencial de esta subcuenca y Escobar (1993) con la integración de factores geológicos propone "Play Map Summary" para la subcuenca de Tumaco, involucrando factores geológicos tales como generación, migración, roca almacenadora, sello y elemento focalizador de hidrocarburo. Se determinó la potencialidad del área, como moderada siendo esta de 50 Mb y se definió como factor crítico la calidad del reservorio. Escobar & Silva (2002), realizan un estudio petrográfico en la subcuenca de Tumaco para evaluar la calidad de roca en relación al potencial petrolero. El último trabajo registrado para la subcuenca lo efectuó PETROBRAS/UN SEAL (2002), quien reprocesso los programas sísmicos Pacífico 73 y 82, hizo un modelamiento termal y un estudio gravimétrico de la parte costa afuera de la subcuenca de Tumaco. Aquí se obtuvo como conclusión que la subcuenca es "fría" debido al ambiente geotectónico y a la rápida sedimentación durante el Mioceno. Se modelaron tres escenarios bajo condiciones pesimistas, realistas y optimistas, obteniendo los volúmenes de hidrocarburo expelido por la formación Iró para cada uno de ellos (Figura 1.7).

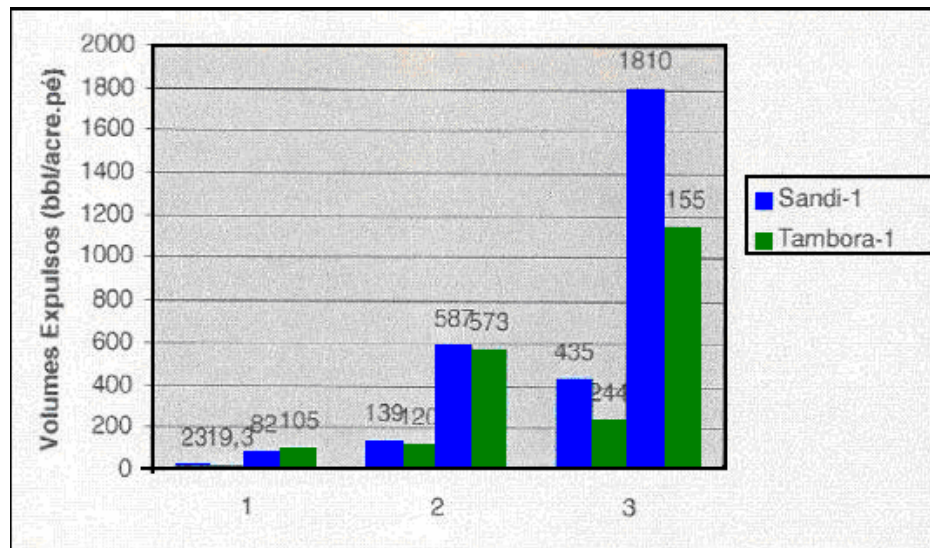


Figura 1.7. Volumen de hidrocarburo expelido por la formación Iró de acuerdo a los tres escenarios analizados para la subcuenca de Tumaco, 1 escenario pesimista, 2 escenario realista y 3 escenario optimista (tomado de PETROBRAS/UN SEAL, 2002).

2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO EN LA SUBCUENCA DE TUMACO

En la subcuenca de Tumaco son muy pocos los trabajos micropaleontológicos que se han realizado, entre estos se encuentran los siguientes:

Bouman (1965) realizó un estudio estratigráfico de superficie con base en cuatro transectas sobre los ríos Naya, Micay, Saija y Napi-Guapi, en el departamento de Cauca y propone un hiato Eoceno superior – Mioceno Inferior. Este estudio reporta la ausencia de fauna del Oligoceno y el Mioceno inferior (Bürgl, 1965). En su apéndice, llama la atención las muestras QB-55 y QB-85, a las cuales se les asigna edad Eoceno superior y se menciona la presencia de *Globigerina pseudovenezuelana*, *Globoquadrina praedehiscens*, *Catapsidrax dissimilis* y *Globorotaloides suteri*, que pueden corresponder a una asociación faunística del Oligoceno.

El siguiente estudio se realiza por petición de ECOPETROL al grupo Robertson Research, Hughes *et al.* (1988), con base en dos pozos perforados costa afuera y dos costa adentro y en el cual se llevan a cabo análisis litológicos, geoquímicos y bioestratigráficos a partir de nanofósiles y foraminíferos. Para el pozo Remolino Grande -1 se propone en este trabajo una secuencia normal de Mioceno medio a Inferior (zonas NN9 – NN2) basada en nanofósiles calcáreos debido a la pobre preservación o ausencia de Foraminíferos. Se sugiere en este pozo una sección relativamente condesada.

Pasó casi una década para que se retomara el interés por la región por parte de ECOPETROL y Duque (2000) realiza un análisis micropaleontológico a muestras de pozos localizados en áreas costeras Pacíficas. Entre estos pozos se encuentra el Remolino Grande – 1, para el cual estudio tres muestras en el intervalo 5290'-7350' asignándoles edad Oligoceno tardío, zona P21 (Bolli *et al.*, 1985).

3. GENERALIDADES DE FORAMINÍFEROS Y BIOESTRATIGRAFIA

3.1. FORAMINÍFEROS

Los foraminíferos (clase Foraminifera) son organismos marinos unicelulares que construyen su caparazón con una pared que puede ser membranosa o pseudoquitinosa, aglutinada, ferruginosa, calcárea, de cemento síliceo o compuesta de aragonito. Su tamaño puede ser tan pequeño como 0.02 mm o tan grande como 110 mm de diámetro. (<http://www.macn.secyt.gov.ar/colnac/foram/forams.htm>).

Los foraminíferos habitan todos los ambientes marinos, desde la costa hasta las mayores profundidades oceánicas y desde los polos hasta los trópicos, incluyendo estuarios y lagunas relacionadas con el mar (Velásquez, 1999), (<http://www.macn.secyt.gov.ar/colnac/foram/forams.htm>). Para la clasificación taxonómica de los foraminíferos se tienen en cuenta elementos morfológicos como forma y disposición de las cámaras, forma de la concha y elementos estructurales como aberturas, suturas, proloculum, poros y ornamentación (Vásquez, 1999) (Figura 3.1).

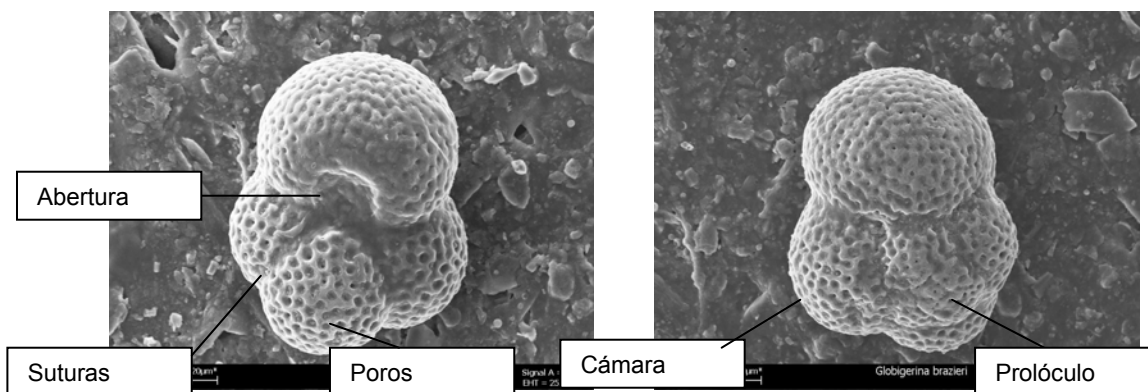


Figura 3.1. Elementos estructurales de los foraminíferos.

Para conocer todo lo relacionado con su biología, ecología y morfología consultar Boersma & Haq (1978), Loeblich & Tappan (1988) y la paginas web (http://paleontologia.co.uk/paleopag/apuntes/micropal/microp_tema3.htm)

<http://www.macn.secyt.gov.ar/colnac/foram/forams.htm>).

3.2. BIOESTRATIGRAFÍA

Es el elemento de la estratigrafía que trata con la distribución de fósiles en el registro estratigráfico a partir de unidades bioestratigráficas (biozonas). Las biozonas son cuerpos o estratos de roca definidos con base en su contenido fósil a partir de eventos como más bajas ocurrencias o primeras apariciones (FAD's), más altas ocurrencias o últimas apariciones (LAD's) e intervalos de abundancia, de las unidades fósiles presentes en el registro estratigráfico. (Teichert, 1958 y Amos, 1994). Se reconocen 5 tipos de unidades bioestratigráficas (Amos, 1994), las cuales son:

- **Zona de rango:** se define por la primera y última aparición de una unidad o grupo taxonómico (especie, género, familia, orden, etc.).
- **Zona de intervalo:** esta definida por dos unidades taxonómicas diferentes, con base en la primera o última aparición de cualquiera de ellas.
- **Zona de asociación:** esta caracterizada por la ocurrencia en asociación de tres o más unidades taxonómicas.
- **Zonas de linaje:** esta definida por unidades taxonómicas que representan un segmento específico de un linaje evolutivo.
- **Zona de abundancia (ACME):** se define por la máxima abundancia de una unidad taxonómica.

4. METODOLOGÍA

La metodología llevada a cabo para el desarrollo de este trabajo es basada en Velásquez (1999) y se divide en tres partes fundamentales: la primera es la fase de laboratorio o preparación del material, la segunda es la clasificación taxonómica bioestratigrafía y paleobatimetría y la tercera es el análisis y discusión de resultados.

4.1 FASE DE LABORATORIO

Se realizó el muestreo sistemático del pozo Remolino Grande-1 para el intervalo comprendido entre 2110' y 5620' de profundidad. Fueron extraídas y preparadas un total de 47 muestras de zanja húmeda. De 2110' a 4530' de profundidad el muestreo se hizo cada 30' o 40', según el intervalo que abarcan las muestras de zanja (Anexo 1), de 4590' a 5620' de profundidad el muestreo se realizó cada 100' o 120' según los intervalos que abarcan las muestras de zanja (Anexo 1), el intervalo de muestreo se aumentó ya que los límites del intervalo de interés mostrados por el registro gráfico compuesto no se consideraron como confiables, por lo que se quiso analizar el contenido fósil más ampliamente muestreando por encima y por debajo de los límites propuestos.

Las muestras más favorables son las que corresponden con los intervalos arcillosos y las más desfavorables las que corresponden con litologías de tamaños arena fina o más gruesa, como conglomerados con contenidos de arcillas. Finalmente se seleccionaron de las 47 muestras preparadas 34 para la clasificación taxonómica de foraminíferos, las cuales se escogieron por la abundancia (Anexo1) y mejor preservación.

4.1.1 Preparación de Muestras en el Laboratorio, “Picking” Y “Sorting”

La preparación de las muestras se realizó siguiendo el procedimiento utilizado por el Instituto Colombiano del Petróleo ICP, en el Laboratorio de Preparación de Muestras Geológicas de la escuela de Geología en la Universidad Industrial de Santander (UIS).

4.1.1.1 Materiales

- Estufa eléctrica, utilizada para calentar la muestra.
- Jabón Industrial con pH neutro, utilizado para lograr la desintegración de la matriz de la roca a la cual el organismo se encuentra adherido y con el fin de no disolverlo.
- Recipientes para calentar, enfriar y filtrar la muestra.
- Embudos, papel filtro y tamices #20 (850 μm) y #200 (75 μm) para tamizar y lavar la muestra con el fin de eliminar el contenido de arcilla,
- Balanza y horno.

4.1.1.2 Proceso de Preparación

Este proceso se basa en la metodología seguida por el laboratorio de preparación de muestras geológicas del ICP y se resume de la siguiente manera:

- Se pesan en promedio 55 g de muestra.
- Se tritura la muestra en un mortero golpeando suavemente, esto se vierte en el tamiz #20 (850 μm) para seleccionar el tamaño del grano. Se repite este procedimiento hasta que toda la muestra pase por el tamiz.
- Se vierte la muestra en un recipiente con agua y jabón industrial, dejándolo hervir por una hora.

- Se lava en los tamices #20 (850 μm) y #200 (75 μm) tratando de hacer pasar la mayor cantidad de muestra por el #20 (850 μm) (la muestra que es retenida en este tamiz se considera residuo o estéril).
- En el tamiz #200(75 μm), se lava para retirar residuos de jabón, masajeando con la yema de los dedos, repitiendo el lavado cuantas veces sea necesario hasta que desaparezca la arcilla.
- El material es filtrado y secado a menos de 60 °C.
- Se pesa la muestra y esta es la cantidad recuperada.

4.1.1.2 “Picking” o extracción de foraminíferos

Llevado a cabo en el laboratorio de estereoscopia en la Escuela de Geología de la UIS, Usando estereoscopios con aumento de 40x y siguiendo el siguiente procedimiento:

- Se tamiza la muestra en las mallas #60 (250 μm), #80 (180 μm), #100 (150 μm), #120 (125 μm) y #140 (106 μm).
- Se extiende la muestra en la bandeja con cuadrícula, la cual permite seguir ordenadamente la muestra en la búsqueda de los foraminíferos.
- Los foraminíferos y otro tipo de organismos son separados y pegados en placas con tragacanto (pegante soluble), utilizando un pincel triple cero, cuya punta es humedecida para facilitar la captura de los organismos. Para muestras con buen recobro se extrajeron 300 especímenes aproximadamente y en los casos en que el recobro era bajo se efectuó la extracción de todos los foraminíferos.

4.1.1.3 Organización de los especímenes “sorting”

Este procedimiento se llevo a cabo en el laboratorio de Micropaleontología en el ICP, en microscopios con aumento de 50x donde se organizaron los foraminíferos

de acuerdo a características morfológicas como: numero de cámaras, disposición de las cámaras, tamaño del organismo, abertura y suturas.

4.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOBATIMETRÍA

4.2.1 Clasificación Taxonómica y Bioestratigrafía

La clasificación taxonómica de los foraminíferos planctónicos se realizó bajo orientación de los integrantes del grupo de micropaleontología del ICP, la consulta del catálogo de foraminíferos por Internet Ellis & Messina (www.micropress.org) y de material bibliográfico, en especial el texto Plankton Stratigraphy (Bolli *et al.*, 1985). A partir de las determinaciones taxonómicas se elaboró la carta de dispersión siguiendo la metodología del grupo de bioestratigrafía del ICP. La zonificación propuesta en este estudio se establece con base en las zonas de Bolli *et al.*, (1985) (Figura 4.1). Las determinaciones taxonómicas y la zonificación fueron corregidas y posteriormente validadas por el Dr. Hermann Duque Caro en reunión llevada a cabo en el ICP con el grupo de micropaleontología.

A los especímenes más representativos del total de especies identificadas se fotografiaron usando un microscopio electrónico de barrido “LEO 1450 VP”, Donde previamente son sometidos a un baño con oro para hacer posible la conducción eléctrica y el registro en forma electro-magnética (Velásquez, 1999), las micrografías se adquieren en el modelo de detección de electrones secundarios (Gloria Cobaleda comunicación personal, 2006), debajo de cada micrografía se especifican nombre, ampliación y escala de medida

Bolli (1957, 1970), Bolli & Bermudez (1965) Bolli & Premoli Silva (1973) for Datum Markers see Fig. 3			Banner & Blow (1965) Blow (1969) Datum Markers		
AGE					
HOL.		<i>Gr. fimbriata</i>	N 23	F <i>Globigerina calida calida/ Sphaeroidinella dehisces excavata</i>	
PLEISTOCENE	<i>Globorotalia truncatulinoides truncatulinoides</i>	<i>Gg. bermudezi</i>			
		<i>Gg. calida calida</i>	N 22		
		<i>Gr. crassaf. hessi</i>			
		<i>Gr. crassaf. viola</i>			
PLIOCENE	L	<i>Globorotalia tosaensis tosaensis</i>	N 21	F <i>Globorotalia trunc. truncatulinoides</i>	
	M	<i>Globorotalia miocenica</i>	<i>Gr. exilis</i>	N 20	F <i>Globorotalia tosaensis tenuithea</i>
			<i>Gs. trilob. fistulosus</i>		F <i>Globorotalia acostaensis pseudopima</i>
	E	<i>Globorotalia margaritae</i>	<i>Gr. marg. evoluta</i>	N 19	F <i>Sphaeroidinella dehisces dehisces</i>
			<i>Gr. marg. margaritae</i>	N 18	F <i>Globorotalia tumida tumida</i>
	MIOCENE	L	<i>Globorotalia humerosa</i>	N 17	F <i>Globorotalia tumida plesiotumida</i>
<i>Globorotalia acostaensis</i>			N 16	F <i>Globorotalia acostaensis</i>	
<i>Globorotalia menardii</i>		N 15	L <i>Globorotalia siakensis</i>		
<i>Globorotalia mayeri</i>		N 14	F <i>Globigerina nepenthes</i>		
<i>Globigerinoides ruber</i>		N 13	F <i>Sphaeroidinellopsis subd. subdehisces</i>		
M		<i>Globorotalia fohsi robusta</i>	N 12	F <i>Globorotalia fohsi</i>	
		<i>Globorotalia fohsi lobata</i>	N 11	F <i>Globorotalia praefohsi</i>	
		<i>Globorotalia fohsi fohsi</i>	N 10	F <i>Globorotalia peripheroacuta</i>	
		<i>Globorotalia fohsi peripheroronda</i>	N 9	F <i>Orbulina suturalis</i>	
<i>Praeorbulina glomerosa</i>		N 8	F <i>Globigerinoides sicanus</i>		
<i>Globigerinatella insueta</i>		N 7	L <i>Catapsydrax dissimilis</i>		
E		<i>Catapsydrax stainforthi</i>	N 6	F <i>Globigerinatella insueta</i>	
		<i>Catapsydrax dissimilis</i>	N 5	L <i>Globorotalia kugleri</i>	
		<i>Globigerinoides primordius</i>	N 4	F <i>Globigerinoides primordius</i>	
OLIGOCENE	L	<i>Globorotalia kugleri</i>	P 22/N3	L <i>Globorotalia opima opima</i>	
		<i>Globigerina ciproensis ciproensis</i>			
	M	<i>Globorotalia opima opima</i>	P 21/N2	F <i>Globigerina angulisuturalis</i>	
		<i>Globigerina ampliapertura</i>	P 20/N1	L <i>Pseudohastigerina barbadoensis</i>	
	E	<i>Cassig. chipolensis/Pseudohast. micra</i>	P 19	F <i>Globigerina sellii</i>	
		P 18	F <i>Globigerina tapuriensis</i>		

Figura 4.1. Zonificación de Bolli et al., (1985) comparada con Blow, (1969) donde F es primera aparición y L es última aparición del organismo (tomado de Bolli et al., 1985).

4.2.2 Paleobatimetría

La paleobatimetría se estimó realizando el conteo de foraminíferos tanto planctónicos como bentónicos, siguiendo el método de Van Hinsbergen *et al.*, (2005). Este método se basa en la ecuación:

$$\text{Depth (m)} = e^{3.58718 + (0.03534 * \%P)} \quad (1)$$

Esta ecuación ha sido calibrada en diferentes cuencas del mundo en base a organismos recientes, donde:

$$\%P = 100 * (P / P + B - S)$$

P = # de individuos Planctónicos

B = # de individuos Bentónicos

S = # de individuos marcadores de stress

Los marcadores de stress son especies infaunales como: *Bulimina*, *Globobulimina*, *Uvigerina* y *Fursenkoina* los cuales son organismos que dominan la población bentónica en condiciones desfavorables como anoxia o condiciones de stress, que limitan la proliferación de otros organismos (Van Hinsberg *et al.*, 2005).

Para fines de discusión se elaboró la curva general de paleobatimetría basándonos en los valores arrojados por la ecuación (1) introduciéndole valores de foraminíferos planctónicos cada 10% hasta 100% logrando establecer el valor máximo de profundidad (Tabla 4.1).

A partir de la tabla 4.1 se generó la curva de relación entre el porcentaje de foraminíferos planctónicos y profundidad, mostrando una relación directamente proporcional entre las dos variables y arrojando un máximo de profundidad de 1238 m y un mínimo de 36 m y (Figura 4.2).

El porcentaje de error del cálculo de paleobatimetría aumenta con el incremento del porcentaje de foraminíferos planctónicos, siendo de 100 a 150 m para el 50% de foraminíferos planctónicos y de 400 m para el 99% (Van Hinsbergen *et al.*, 2005).

Tabla 4.1. Valores de profundidad a partir de la ecuación (1) para porcentajes enteros de foraminíferos planctónicos.

Tabla de Prueba	
% Planctónicos	Profundidad (m)
0	36,1
10	51,4
20	73,3
30	104,3
40	148,5
50	211,5
60	301,1
70	428,8
80	610,6
90	869,4
100	1237,9

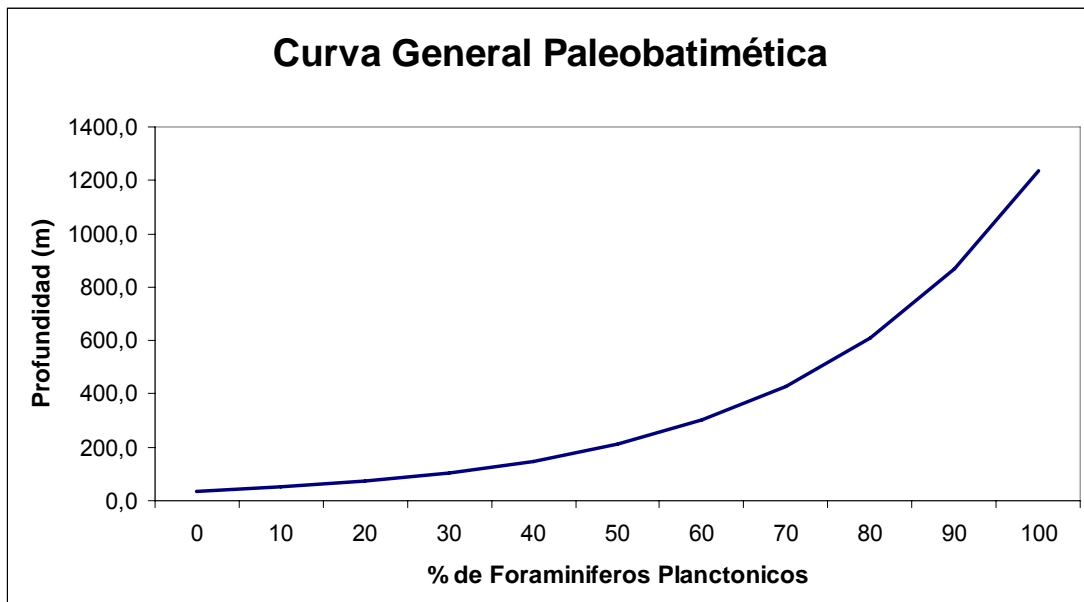


Figura 4.2. Curva general de profundidad para porcentajes enteros de foraminíferos planctónicos.

Para dar más fiabilidad a estos datos se realizó el cálculo estadístico de rarefacción, el cual proporciona el número mínimo de individuos por muestra para que sea representativa en un intervalo dado. El cálculo se hizo en la página de Internet <http://www.biodiversity.org.uk/scripts/palaeo/datasys/rare.pl>, donde se cargaron los

datos de número de muestra y cantidad de foraminíferos recuperados por muestra, mostrando que el número mínimo de individuos en nuestro trabajo es de 94.

Las muestras con menos de 94 individuos se descartaron en el cálculo final de profundidad (Anexo 4). Después de obtener todos estos datos se hicieron las respectivas discusiones con el grupo de Bioestratigrafía del ICP, se compararon los resultados con las publicaciones hechas sobre el pozo y la provincia, asimismo se contó con la asesoría del Dr. Hermann Duque, para así llegar a las diferentes conclusiones.

4.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El análisis de resultados se realizó con base en la relación entre la preparación de muestras y el porcentaje de foraminíferos recuperados para establecer el parámetro que relaciona la cantidad de foraminíferos recuperados. A partir de la carta de distribución de los organismos planctónicos identificados en el pozo, se hizo la identificación de las diferentes biozonas las cuales fueron correlacionadas con las propuestas por Bolli *et al.*, (1985) donde se estableció el intervalo de tiempo que estas representaban, estos resultados se compararon con la bioestratigrafía del pozo Opogado-1 (Duque, 1990) dándole un contexto regional, además se realizan los cálculos de paleobatimetría para el pozo Remolino Grande-1 y se comparan con cálculos obtenidos por otros autores.

5. RESULTADOS

5.1 PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y RECUPERACIÓN DE FORAMINÍFEROS

La relación entre preparación de muestras y recuperación de foraminíferos es documentada a partir de las relaciones entre cantidad de muestra preparada, recuperada y residuo, a las cuales se les hizo las diferentes descripciones estadísticas, relacionándolas con la cantidad de foraminíferos recuperados (Anexo 1). De estos se obtienen el porcentaje de arcilla por muestra, cantidad de foraminíferos por gramo de muestra preparada, cantidad de residuo por muestra preparada y peso de muestra recuperada por muestra preparada.

5.1.1 Porcentaje de Arcilla por Gramo de Muestra Preparada

El cálculo del porcentaje de arcilla por muestra y su descripción estadística (Anexo 1), permite ver dos comportamientos diferentes a través del intervalo estudiado. De la muestra 1 a la 23 se presenta un amplio rango de variabilidad que va de 55% a 90% de arcilla, además se presentan puntos de inflexión que reflejan un comportamiento mas heterogéneo en el intervalo (Figura 5.1). De la muestra 24 a la 49 la variación del porcentaje de arcilla por muestra es muy baja, presentando valores entre 94% y 98%, reflejando un comportamiento homogéneo en el porcentaje de arcilla.

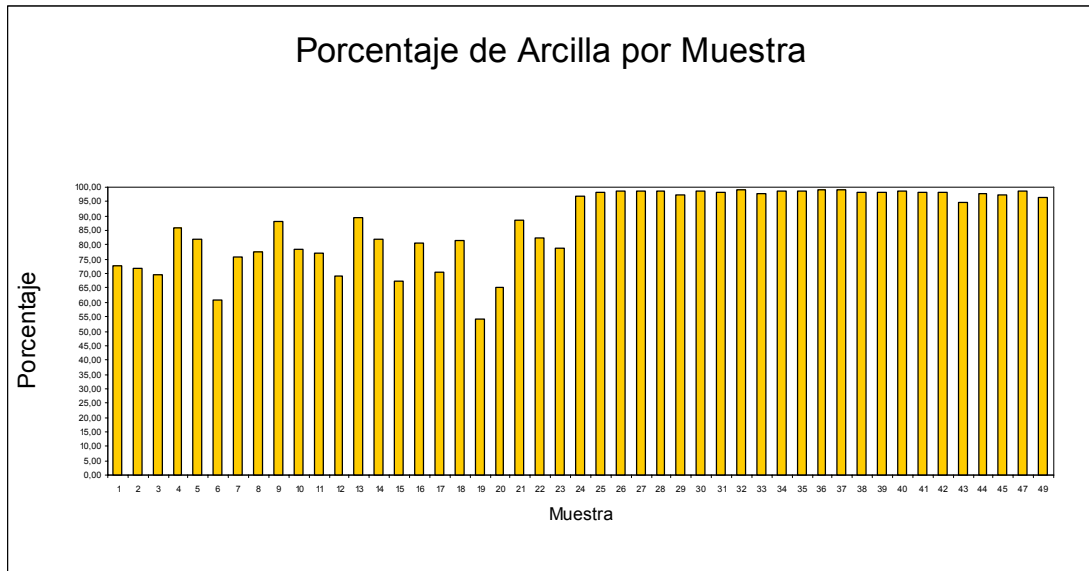


Figura 5.1. Tendencia del porcentaje de Arcilla por Muestra.

5.1.2 Recuperación de foraminíferos por Gramo de Muestra Preparada

De la recuperación de foraminíferos por gramo de muestra preparada, para el intervalo de muestreo estudiado se identificaron dos tendencias en tres intervalos diferentes. El mayor recobro de foraminífero se presenta en los intervalos de la muestra 1 a la 14 y de la muestra 29 a la 49, alcanzando valores de mas de ocho foraminíferos por gramo con algunas excepciones (muestras 8, 9, 30 y 41) en las cuales la cantidad de foraminíferos por muestra se encuentra representada por un valor menor que uno (Figura 5.2), los mas bajos valores de recuperación se presentan en el intervalo de 3030' a 3720' (muestras 15 a 28) en profundidad, variando de casi cero a un máximo de dos por gramo de muestra.

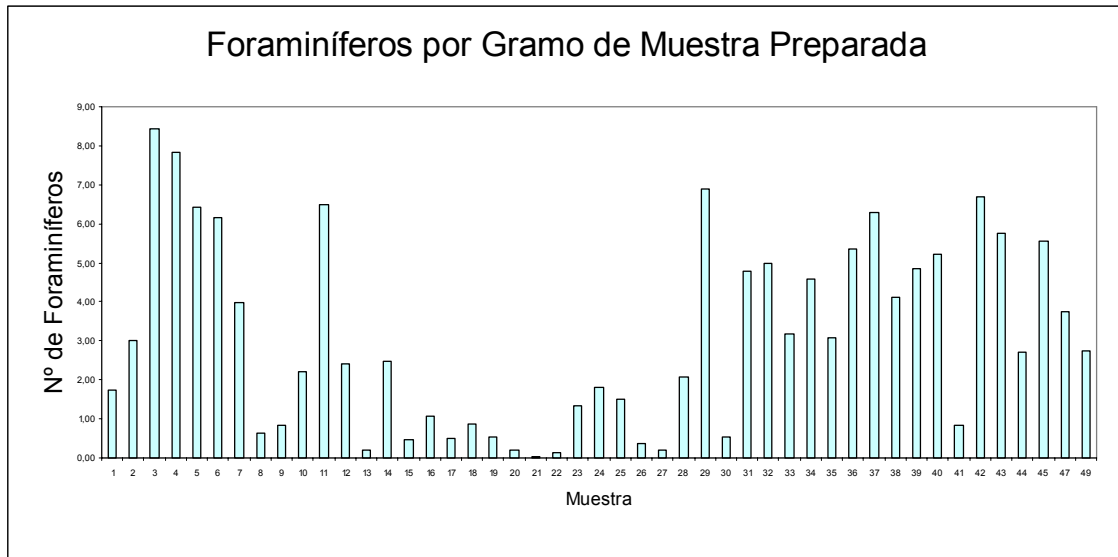


Figura 5.2. Tendencia cantidad de foraminiferos recuperados por gramo de muestra preparada.

5.1.3 Cantidad de Residuo por Muestra Preparada

La cantidad de muestra residuo por cantidad de muestra preparada exhibe dos claras tendencias representadas de la siguiente manera: de la muestra 1 a 23 presenta alta recuperación de residuo con valores que oscilan entre 2 y 14 gr. y de la muestra 24 a la 49 la recuperación de residuo es baja variando de 0 a 0.5 gr. (Figura 5.3).

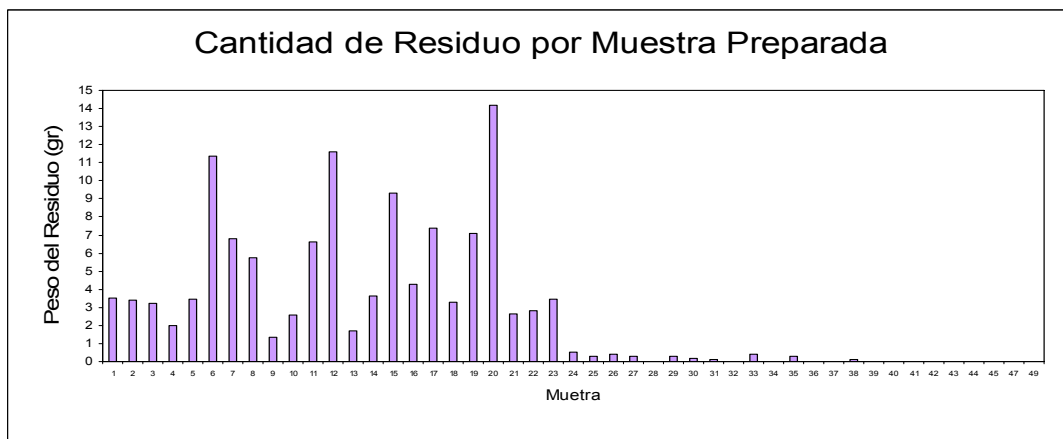


Figura 5.3. Tendencia cantidad de residuo por muestra.

5.1.4 Peso de Muestra Recuperada por Muestra Preparada

El peso de muestra recuperada por muestra preparada deja ver dos tendencias, una entre las muestras 1 y 23 con valores altos en peso de muestra recuperada variando de 2.35 a 21.10 gr. y otra tendencia que abarca el intervalo de las muestras 24 y 49 con baja recuperación oscilando entre 0.38 a 3.8 gr. (Figura 5.4).

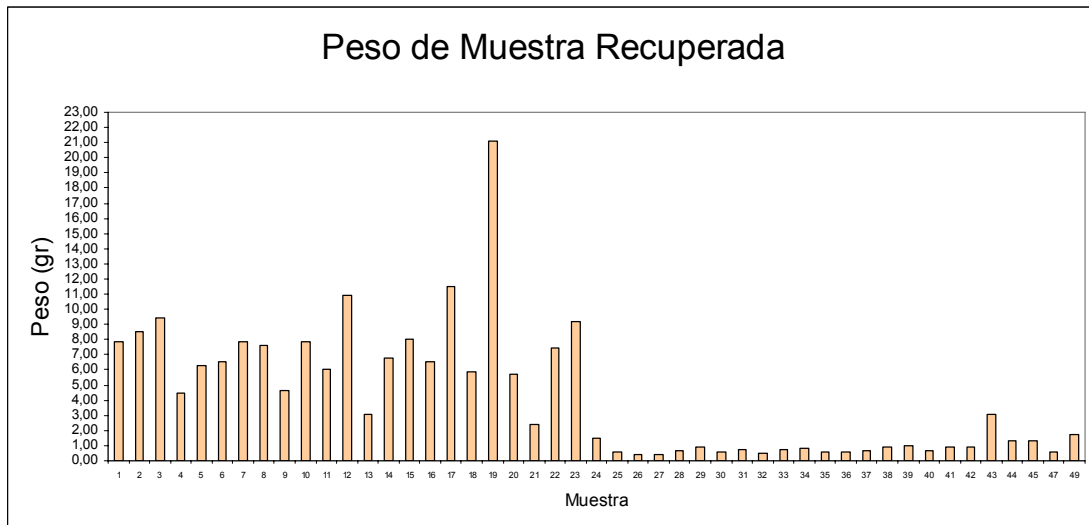


Figura 5.4. Tendencia peso de muestra recuperada por muestra.

5.2 TAXONOMÍA

Del agrupamiento por características morfológicas se identificaron 10 géneros y 45 especies de foraminíferos planctónicos (Anexo 2), los cuales se ilustran y describen en el apéndice 1, con esta información se generó una carta de dispersión de foraminíferos planctónicos para el intervalo de estudio (Anexo 5) y a partir de la cual se establece la zonificación. Además se identificaron 30 géneros de foraminíferos bentónicos (Anexos 3). Se identificaron 2340 foraminíferos planctónicos, de estos los géneros con mayor abundancia corresponden a *Globorotalia* 46%, *Globigerina* 26% y *Globigerinoides* 18% en abundancia (Figura 5.5) y las especies de mayor abundancia son *Globorotalia opima opima* 23%, *Globigerinoides trilobus inmaturus*

10%, *Catapsidrax dissimilis* 5%, *Globorotalia mayeri* 5% y *Globorotalia semivera* 4% (Figura 5.6). El género con más diversidad de especies es *Globigerina* con 22 especies reconocidas, 50 % del total (Anexo 2).

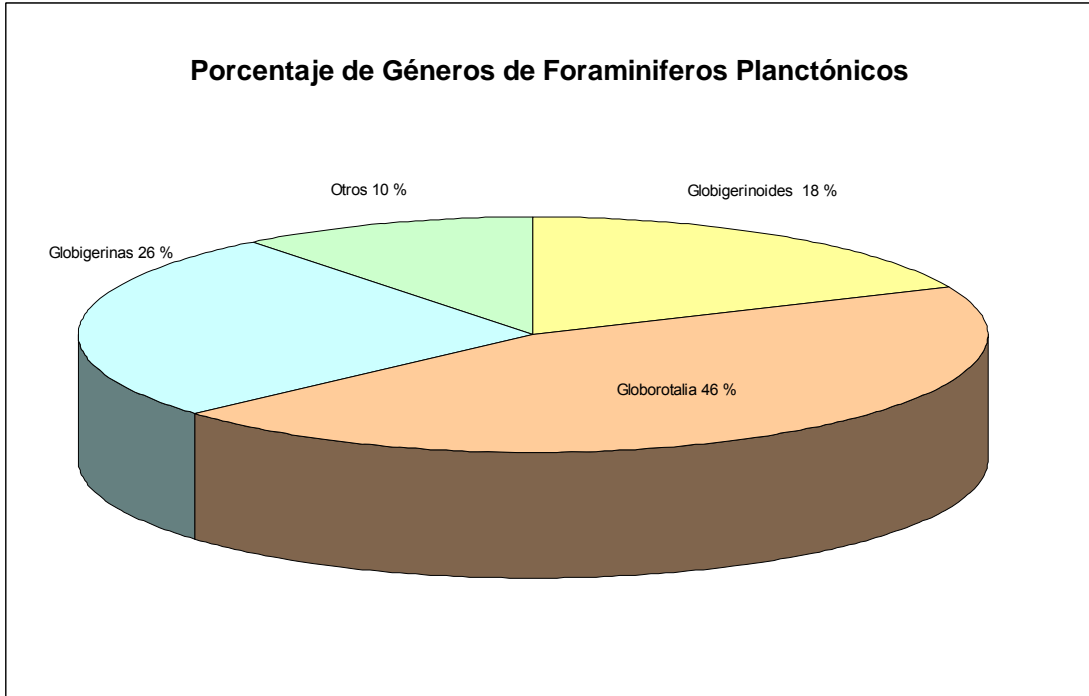


Figura 5.5. Porcentaje de géneros de foraminíferos planctónicos.

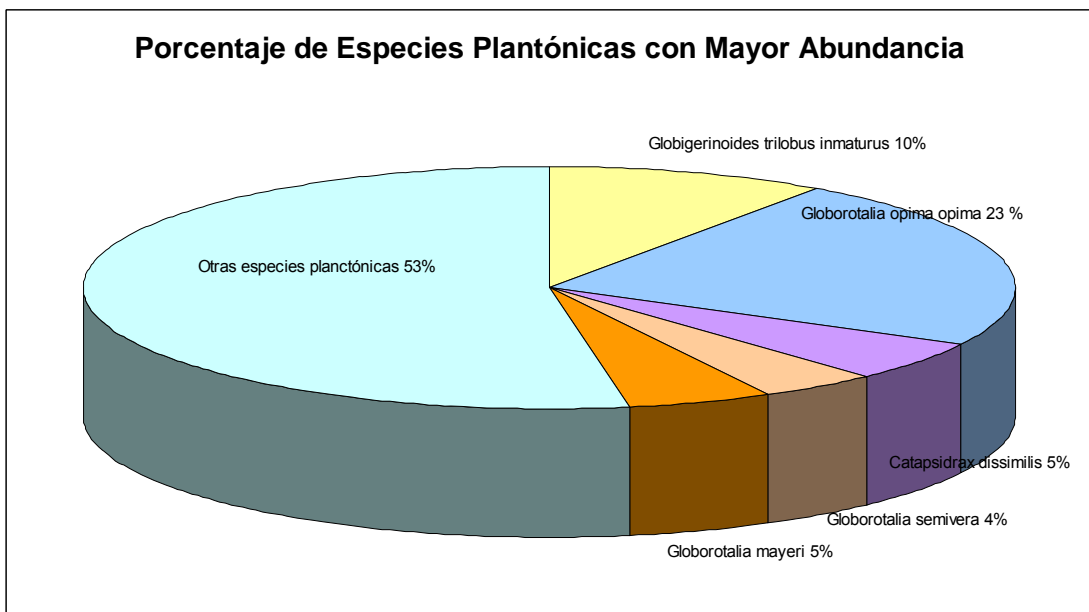


Figura 5.6. Porcentaje de especies de foraminíferos planctónicos más abundantes.

5.3 PALEOBATIMETRÍA

Las estimaciones paleobatimétricas se generaron a partir de la ecuación 1 y el porcentaje de foraminíferos planctónicos, identificando el número de especies planctónicas, bentónicas y marcadoras de stress (Anexo 4).

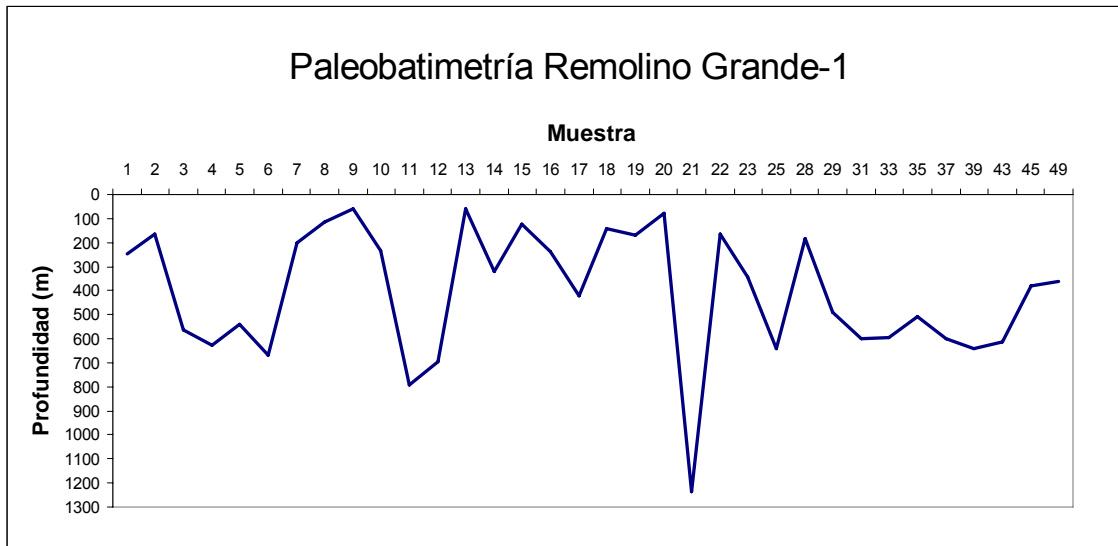


Figura 5.7. Curva de paleoprofundidad para todas las muestras efectivas correspondiente al intervalo de interés.

Las profundidades estimadas para las muestras del pozo Remolino Grande-1, expresan cambios abruptos entre muestras consecutivas, con diferencias de profundidades de aproximadamente 400 m, como se registra entre las muestras 2 y 3, 6 y 7, 10 y 11, 12 y 13, 28 y 29 o diferencias de profundidades mayores de 1100 m entre las muestras 20 y 21 en apenas 9,14 m, (Figura 5.7).

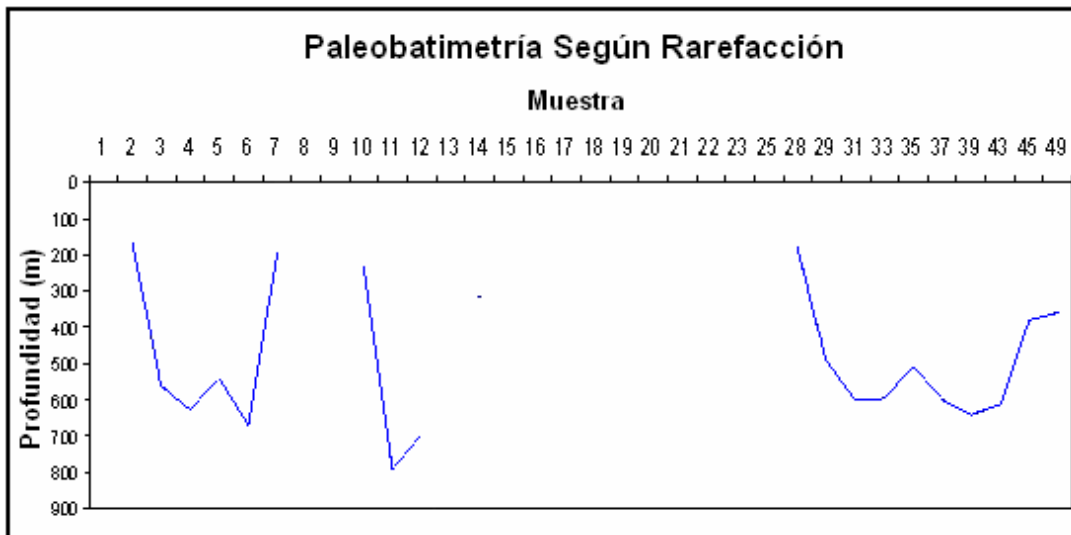


Figura 5.8. Curva de paleoprofundidad a partir de la ecuación (1) discriminando muestras por rarefacción.

Después de aplicar el método estadístico de rarefacción en el intervalo de interés se encontró que el número de especímenes esperado en una muestra aleatoria sería 94 para que esta sea representativa.

La curva paleobatimétrica estimada a partir de las muestras que presentan especímenes mayores al hallado por medio del método de rarefacción, reflejan picos bastante marcados entre muestra consecutivas como pasa entre las muestras 6 y 7, con un descenso de 670 m en la muestra 6 a 202 m en la 7. La curva en el intervalo mas profundo del pozo comprendido entre las muestras 29 y 49, presenta cambios menos marcados entre paleoprofundidades que van de 640 m a 359 m de profundidad (Figura5.8).

En general esta curva muestra tendencias similares entre los intervalos de la muestra 2 hasta la 7 con el de la muestra 28 a la 49, los cuales empiezan someros, luego profundizan rápidamente, se mantienen y terminan somerizando abruptamente.

Para los intervalos en blanco el registro de profundidad no se determinó, ya que las muestras aquí incluidas no cumplen con el valor de rarefacción.

6. BIOESTRATIGRAFIA

6.1 ZONIFICACION

Con base a la zonificación de Bolli *et al.*, (1985) (Figura 4.1) y la carta de dispersión de foraminíferos planctónicos (Anexo 5), realizada para el intervalo estudiado en el pozo Remolino Grande-1 se proponen las siguientes zonas:

ZONA 1

Definición: Zona de Asociación

Edad: Oligoceno (parte baja de Oligoceno superior) P21

Observaciones: En el intervalo de muestreo del pozo Remolino Grande – 1, se encuentra de 3510' a 5620', y esta caracterizada por la abundancia de *Globorotalia opima opima* y por la co-ocurrencia de: *Globigerina ciperoensis ciperoensis*, *Globigerina tripartita rohri*, *Globigerina pseudovenezuelana*, *Globigerina ciperoensis angustiumbilicata* y *Globorotalia opima nana*.

Esta zona corresponde con la zona de rango *Globorotalia opima opima* de Bolli *et al.*, (1985), definida por la primera y ultima aparición del espécimen.

ZONA 2

Definición: Zona de asociación

Edad: Mioceno (parte basal del Mioceno medio) N8 – N10

Observaciones: En el intervalo de muestreo del pozo Remolino Grande – 1, se encuentra de 2110' a 2970', esta caracterizada por la asociación de: *Globorotalia fohsi peripheroronda*, *Globorotalia fohsi peripheroacuta*, *Praeorbulina sicana*, *Praeorbulina glomerosa*, *orbulina universa*.

En esta zona encontramos organismos retrabajados típicos del Oligoceno como: *Globorotalia opima opima*, *Globigerina brazieri*, *Globigerina praeturritilina*,

Globigerinoides altiapertura, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerina ouachitaensis*, *Globorotalia opima nana* y *Globigerina ampliapertura*. Además se encuentra una abundancia marcada de *Globigerinoides trilobus trilobus* y *Globigerinoides trilobus inmaturus*.

Esta zona representa una mezcla de zonas del Mioceno medio, no siendo más antigua que la N8 por la presencia de *Praeorbulina sicana* y no más joven que la N10 por la presencia de *Globorotalia fohsi peripheroacuta*.

7. DISCUSION DE RESULTADOS

7.1 LITOLOGÍA Y SU RELACIÓN CON LA RECUPERACIÓN DE FORAMINÍFEROS

De los datos obtenidos de la preparación y recuperación de foraminíferos por muestra, se nota que las de mayor residuo (Figura 5.3), son generalmente las que tienen menos contenido de arcilla (Figura 5.1), por ejemplo la muestra 20 presenta 14,18g de residuo (Anexo1) y menos de 55% de arcilla (Figura 5.1). Las muestras que tienen mayor recobro de foraminíferos (Figura 5.2) son las que presentan menos peso de muestra recuperado (Figura 5.4) y menos residuo (Figura 5.3), como se aprecia en la muestra 37 de la cual se recuperaron 0,63g, 370 foraminíferos y no presenta residuo (Figura 5.3) esto nos lleva a concluir que el recobro de foraminíferos esta dado por la textura de la roca presente en cada ambiente de deposito permitiendo su preservación.

El buen recobro de foraminíferos esta relacionado con porcentajes altos de arcilla, sin embargo no siempre se cumple esto, como lo muestra el intervalo entre 3490' y 5620', conformado por las formaciones Viche y Cayapas (Anexo 7), las cuales presentan litologías con mayor contenido de arcilla (Figura 5.1) y presenta muestras que no tiene buen recobro de foraminíferos (Figura 5.2), por ejemplo la muestra 30 que presenta casi 100% de arcilla (Figura 5.1) de la cual se recuperaron 28 foraminíferos (Anexo 1).

El comportamiento mostrado por el porcentaje de arcilla para el intervalo entre 2110' a 3510', refleja el cambio litológico caracterizado por intercalaciones de arcillolitas, limolitas, areniscas y conglomerados (Anexo 7), que corresponden a las turbiditas de las formaciones Angosturas y Chagüí (Suárez, 1990 y Gómez & Ramírez 1991). Este intervalo permite definir dos tendencias de recuperación de foraminíferos por gramo de muestra preparada, una buena que esta comprendida entre 2110 y 3000' y una baja entre 3000 y 3550' (Figura 5.2). Para el resto del intervalo de estudio el

comportamiento del porcentaje de arcilla es homogéneo debido a la litología predominante de arcillas y limos en las formaciones Viche y Cayapas (Anexo 7).

Debido a la fricción contra el tamiz hecha con la yema de los dedos a las muestras mientras fueron lavadas, la ornamentación de los especímenes fue casi borrada en muchos de ellos, se presentan casos en los que la parte mas externa de la concha es eliminada y los especímenes toman la apariencia de un molde interno, lo cual dificulta la clasificación taxonómica de los mismos.

7.2 BIOESTRATIGRAFÍA Y SU CONTEXTO REGIONAL

En cuanto a taxonomía y bioestratigrafía, las últimas apariciones (LAD) o extinciones son las más importantes, por el problema normal de contaminación por la circulación del lodo de perforación (Duque-Caro, 1990) y caídos (cavings), de ahí que las primeras ocurrencias (FAD) y zonas ACME son riesgosas cuando se trabaja con muestras de zanja. Esto lleva a encontrar asociaciones fósiles erróneas en los intervalos mas bajos en el sentido de la perforación, las cuales pueden presentar FAD en zonas más antiguas y abundancia de fósiles donde las condiciones ambientales no eran adecuadas para tal proliferación.

Las ultimas apariciones (LAD's) de: *Praeorbulina glomerosa*, *Praeorbulina sicana*, *Globorotalia peripheroronda* y *Globorotalia peripheroacuta*, muy probablemente no son reales, pues están muy cerca al límite del muestreo en la parte mas alta del intervalo estudiado (Anexo 5) y se hace necesario muestrear por encima del límite para darle fiabilidad a éstas, además las ultimas apariciones de: *Globorotalia opima opima*, *Catapsidrax dissimilis*, *Globigerina ciperoensis angustiumblicata* y *Globigerina tripartita* (Anexo 6), no pueden considerarse como las reales, por que obedecen mas al cambio facial, que va de un paquete de roca limoso homogéneo (Formación Cayapas) a intercalaciones de arcillolitas, limos, areniscas y conglomerados bastante heterogéneos (Formación Viche), o al hiato regional

Oligoceno-Mioceno reportado por Bouman (1965), Stainforth (1968) y Duque (1975 y 1990).

Las zonas propuestas para este estudio representan dos intervalos de tiempo diferente, la parte inferior comprendida de 3510' a 5620' es de edad Oligoceno superior, aunque hay que tener especial cuidado con la muestra 23 la cual presenta la asociación típica de este intervalo pero puede ser producto del retrabajamiento ya que la discordancia es definida en el registro de pozo un poco mas abajo (Anexo 7). La superior de 2110' a 2970' de edad Mioceno medio (ver capítulo 6 de Bioestratigrafía). Las zonas identificadas dejan un faltante de tiempo de 3970' a 3510' de profundidad, representado por las zonas P22 a N7 de *Bolli et al.*, (1985) que por el bajo recobro de foraminíferos en el intervalo, no permite identificar especies marcadoras (Anexo 5).

7.2.1 Correlación Bioestratigráfica

Al correlacionar la zonificación propuesta para este estudio con la bioestratigrafía del pozo Opogado-1 (Anexos 6 y 7), ubicado al norte de la subcuenca de Tumaco (Figura 7.1), en el cual a partir de foraminíferos planctónicos se identificó un faltante de tiempo regional, representado por las zonas P22 a N4 (Duque, 1990), esto nos lleva a pensar que el faltante de tiempo identificado en el pozo Remolino Grande-1 comprendido por las zonas P22 a N7, esta representado de la siguiente manera:

- La parte inferior por el hiato regional Oligoceno-Mioceno reportado por Bouman (1965) en afloramiento de la subcuenca de Tumaco, Stainforth (1968) en Perú, Venezuela, Ecuador y Trinidad y Duque (1975 y 1990) en el Pacífico norte colombiano.
- La parte superior por el cambio facial en la secuencia, representado por el ambiente turbídico de las formaciones Angosturas y Chagúí (Suárez, 1990 y Gómez & Ramírez 1992).

El Hiato encontrado en la zona de estudio se puede relacionar con el período de levantamiento y erosión para el límite Oligoceno-Mioceno reportado por Bürgl (1965) y Bouman (1965) en Colombia, Stainforth (1968) para el norte de Suramérica y con la inconformidad asociada a la convergencia del terreno Dagua-Piñón hacia el margen continental durante el Oligoceno (Cediel *et al.*, 2003). Lo antes mencionado revela inconsistencias con los trabajos de Hughes *et al.*, (1988), Gómez & Ramírez (1992) y los basados en ellos como Ojeda & Calife (1987) y Suárez (1990) donde se propone una secuencia continua Oligoceno – Mioceno.

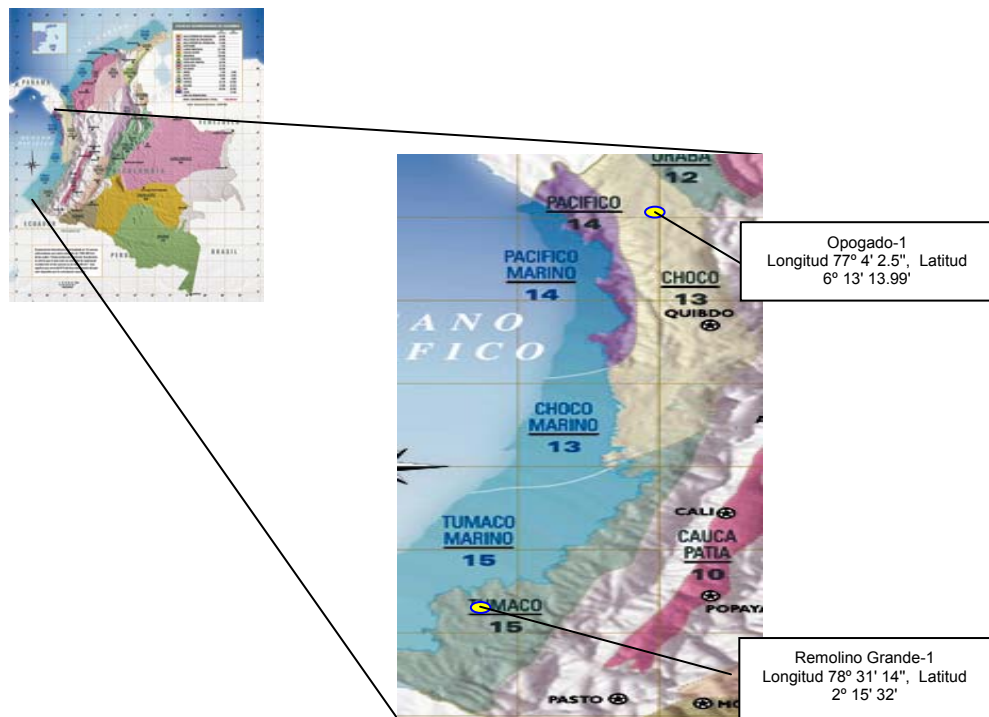


Figura 7.1. Ubicación de los pozos Odogado-1 y Remolino Grande-1 (Tomado de www.ecopetrol.com.co).

7.3 PALEOBATIMETRÍA

Comparando la curva de paleobatimetría estimada a partir de todas las muestras (Figura 5.7) y la curva realizada discriminando las muestras según el método de rarefacción (Figura 5.8) se nota que las muestras con mas bajo recobro, son las que generan mas problema en la tendencia de la curva, enmascarando la verdadera

paleobatimetría de la subcuenca haciendo que esta se vea mas somera (Figura 5.7), al aplicar el método de rarefacción se normaliza la tendencia de la curva mostrando mas profundidad en la subcuenca (Figura 5.8).

Los cálculos de profundidad estimados a partir de la ecuación (1) y aplicando el método de rarefacción, muestran profundidades que van desde 181 m a 792 m (Anexo 4), los cuales varían de Nerítico exterior a Batial medio (Figura 7.2), lo cual no corresponde con las mayores profundidades reportadas por Suárez (1990) y Duque (2000) donde se reportan ambientes de Batial a Abisal, ni con Hughes *et al.*, (1988), en el cual se reportan profundidades de 500 m a 4000 m que corresponden a Batial medio y Abisal.

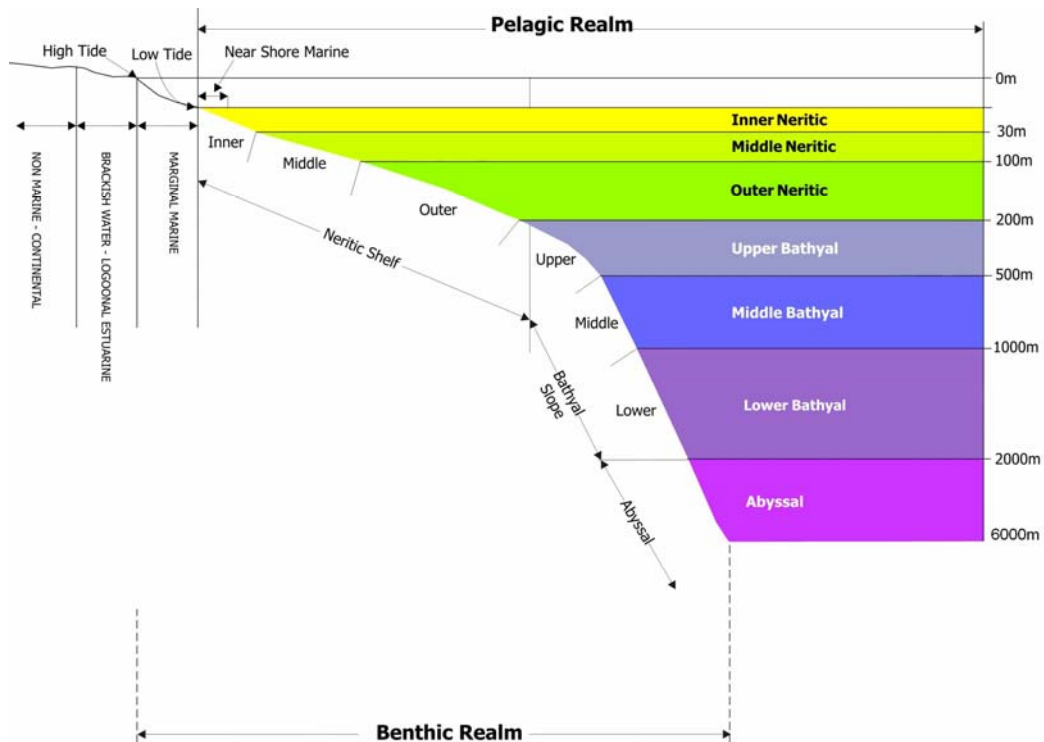


Figura 7.2. Perfil de profundidades del océano. (Tomado www.micro-strat.com/Paleobathymetry.htm).

Estas diferencias de profundidades se pueden deber a la metodología seguida en este trabajo para la extracción de los foraminíferos “picking” donde se empieza por la mallas superiores de #60 (250 μ m) a #100 (150 μ m) hasta completar 300 especímenes, discriminado así la población de foraminíferos de la mallas mas pequeñas de 120 (125 μ m) en adelante, lo cual no refleja representatividad entre la

proporción de foraminíferos bentónicos y planctónicos introduciendo error en la ecuación (comunicación personal de Flavia Fiorini, 2006).

La ecuación (1) tiene el inconveniente de no calcular profundidades mayores a 1.237 m, de esta profundidad en adelante el método asume que el dominio de foraminíferos planctónicos es 100% (tabla 4.1 y Figura 4.1). Asumiendo un ambiente batial, el cual es identificado por autores como Suárez, (1990) y Duque (2000), podemos sugerir que la ecuación (1) no debe ser utilizada en el pozo Remolino Grande-1, por que supera los valores máximos que la ecuación puede estimar. Para la parte mas somera del pozo, donde Suárez, (1990) y Gómez & Ramírez, (1992) identifican ambientes turbídíticos el método de Van Hinsbergen *et al.*, (2005) presenta el problema de fósiles retrabajados llevando a estimaciones incorrectas del porcentaje de foraminíferos, por esto se aconseja trabajar con foraminíferos aglutinados, los cuales son indicadores de este tipo de ambiente y cuya asociación permite realizar estimaciones batimétricas (comunicación personal de Flavia Fiorini, 2006). Debe tomarse en cuenta que las estimaciones paleobatimétricas mencionadas anteriormente se hacen en base a diferentes herramientas como son nanoplancton (Hughes *et al.*, 1988), asociación de foraminíferos bentónicos (Duque, 2000) e interpretación sísmica. (Gómez & Ramírez, 1992 y Suárez, 1990).

Al comparar el comportamiento de la curva de paleobatimetría con las litologías presentes (Anexo 8), se nota que el faltante de tiempo identificado entre las dos zonas establecidas para el intervalo de este estudio en el pozo es el que presenta mas baja recuperación de foraminíferos (Figura 5.2), por lo cual las muestras que hacen parte de el no son tomadas en cuenta según el método de rarefacción, arrojando como resultado un intervalo sin curva paleobatimétrica como reflejo del hiato identificado y el cambio facial de este límite.

CONCLUSIONES

- El recobro de foraminíferos se encuentra relacionado con los diferentes cambios faciales (reflejados en la textura de la roca) y la cantidad de muestra preparada, siendo más efectivo en el intervalo de litologías arcillosas homogéneas que las intercalaciones.
- Se establecieron dos zonas bioestratigráficas para el intervalo de estudio en el pozo Remolino Grande – 1. La zona 1 definida como zona de asociación ubicada en la zona de rango de *Globorotalia opima opima* de edad Oligoceno (parte baja de Oligoceno superior) P21 y la zona 2 definida como zona de asociación de edad Mioceno (parte basal del mioceno medio) N8 – N10.
- Se encuentra un faltante de tiempo en el pozo Remolino Grande -1 de 2970' a 3510' de profundidad entre las zonas establecidas, representado por las zonas P22 a N7, del cual las zonas inferiores se correlacionan con el hiato regional P22 a N4, identificado en el pozo Opogado -1 y las zonas superiores no se encuentran registradas por el cambio facial en la secuencia, representado por un ambiente turbídítico.
- El hiato encontrado en el pozo es asociado a un periodo de levantamiento y erosión entre el límite Oligoceno - Mioceno y revela una inconsistencia con los trabajos de Hughes *et al.*, (1988) y Gómez & Ramírez (1992), donde se propone una secuencia continua Oligoceno – Mioceno, con base en nanofósiles y cambios relativos regionales del nivel del mar, respectivamente.
- Los cálculos de profundidad estimados con la ecuación (1), muestran variaciones en profundidad que van de 181 m (Nerítico externo) a 792 m (Batial superior) para la subcuenca, donde el porcentaje de error aumenta

con el incremento del porcentaje de foraminíferos planctónicos, siendo de 100 m a 150 m para el 50% de foraminíferos planctónicos y de 400 m para el 99%.

- El cálculo de paleobatimetrías no es preciso debido a la metodología seguida, donde se discriminaron los foraminíferos de los tamices menores a 125 μm y por que el método de Van Hinsbergen *et al.*, (2005) no es el mas adecuado según los ambientes reportados por otros autores para la subcuenca.
- Las estimaciones paleobatimétricas propuestas por diferentes autores con base en diferentes herramientas, como asociaciones de foraminíferos bentónicos e interpretación sísmica en la subcuenca de Tumaco, tienen diferencias, variando las profundidades de Batial a Abisal para el pozo y la subcuenca.
- Se logró determinar y actualizar la información cronoestratigráfica y micropaleontológica de las rocas en las cuales se encuentran las acumulaciones o manifestaciones de petróleo en el subsuelo para el sur del Pacífico colombiano, brindando una herramienta mas para orientar la actividad exploratoria futura.

RECOMENDACIONES

- Se debe Implementar una nueva metodología para el proceso de preparación de muestras, por que la forma original de los especímenes es borrada debido a la fricción contra el tamiz hecha con la yema de los dedos, no permitiendo la conservación de características morfológicas que facilitan la identificación taxonómica.
- Es necesario desarrollar un patronamiento bioestratigráfico más aproximado tomando como base la información de otros puntos (pozos) en la cuenca, que permita establecer la zonificación para el Pacífico sur colombiano.
- Es conveniente realizar un estudio basado en foraminíferos bentónicos que establezca o valide los modelos paleoambientales y paleobatimétricos para el Pacífico colombiano.
- Se sugiere al utilizar la ecuación de Van Hinsbergen *et al.*, cuartear la muestra para que la cantidad de foraminíferos extraídos sea representativa de la misma, llevando a disminuir el margen de error de esta.
- Es favorable al realizar estimaciones paleobatimétricas en ambientes turbídicos utilizar foraminíferos aglutinados.
- Fomentar el trabajo integrado entre la industria y la academia, con miras a que la investigación académica se alimente de metodologías actuales en bioestratigrafía y su integración con otras herramientas geológicas para así contribuir en la solución de problemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Amos, S; 1994. International Stratigraphic Guide: A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure 2nd Edition. International Union of Geological Sciences and Geological Society of America, Boulder, CO.
- Bolli, H. M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K., 1985. Plankton Stratigraphy. Cambridge earth science series, Vol 1. New York.
- Boersma, A. & Haq, B. U., 1978. Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier Biomedical.,2: 19 – 77.
- Bouman, Q. C., 1965. A Geological Reconnaissance of the Pacific Coast Region. Informe Interno ECOPEPETROL.
- Bueno, R. & Govea, C.; 1979. Potential for Exploration and Development of Hidrocarbons in the Atrato Valley and the Pacific Coastal and Shelf Basins of Colombia. Informe Interno ECOPEPETROL.
- Bürgl, H., 1965. El límite Oligoceno-Mioceno en el Terciario marino de Colombia. Acad. Col. Cien. Exact., Fis., Nat., Rev., vol. 12 n. 47, pp. 245-258 (Bogotá).
- Cediel, F., Shaw, R., & Caceres, C., 2003. Tectonic assembly of the Northern Andean Block, *in* Bartolini, C., Buffler, R., & Blickwiede, J. The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon Habitats, basin formation and plates tectonics: AAPG Memoir 79, p. 815-848.
- Duque-Caro, H. 1975. Los foraminíferos planctónicos y el Terciario de Colombia. En: Pecornig, E., Bermúdez, P.J., Martínez-Díaz, C., Moreno de Castro, E. & Granados, I.F. (editores). Revista Española de Micropaleontología Vol. 7 No.3. pp. 403-427. Número especial dedicado a la micropaleontología de América del Sur.
- Duque-Caro, H. 1990. Estratigrafía, Paleooceanografía y paleobiogeografía de la Cuenca del atrato y la Evolución del Istmo de Panamá. Boletín Geológico Vol.31 No.1. INGEOMINAS, Bogotá. 44p.
- Duque-Caro, H. 2000. Análisis bioestratigráfico de muestras de los pozos Buchado-1, Pacurita-1, Remolino Grande-1, Sandy-1, Tambora-1 y Urodo-1 áreas Pacificas Costeras, Colombianas. Informe Interno ECOPEPETROL.
- Escobar, J. H., 1993. Análisis de los Plays Maps y Evaluación de Riesgo Cuencas: Guajira, Los Cayos, San Juan-Atrato, Tumaco, Patia y Valle del Cauca. Informe Interno ECOPEPETROL.
- Escobar, C. I., & Silva, M. A., 2002. Evaluación del Potencial Petrolífero Subcuenca Tumaco: Análisis Petrológico. Informe Interno ECOPEPETROL ICP - KEX.

Gómez, L. A., & Ramírez, J. R., 1992. Proyecto Tumaco-Buenaventura 1991. Informe Interno ECOPETROL.

Hughes, G. W., Marshall, P. R., Morley, R. J., Owen, B., Richards, F., and Varol, O., 1988. The Biostratigraphy, Paleoenvironments and Petroleum Geochemistry of the Buchado-1, Tambora-1 and Sandy-1 wells. Pacific Coastal Region of Colombia, submitted by Ecopetrol, and Compared with the Previously Studied Remolino Grande-1 and Majagua-1 Wells. Robertson Research International Limited. Informe Interno ECOPETROL.

Loeblich, A. Jr., and Tappan, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. Department of Earth and Space Sciences. Van Nostrand Reinhold, New York. Vol. 2.

Nivia, A., 1989. El Terreno Amaime-Volcanica una Provincia Acreciónada de Basaltos de Meseta Oceánica. V Congreso Colombiano de Geología. Memorias, Tomo I. p. 1-30. Bucaramanga.

Ojeda, H. A., & Calife, P.R., 1987. Bacia San Juan-Tumaco Costa do Pacífico-Colombia Avaliacáo do potencial Petrolífero. Informe Interno ECOPETROL.

PETROBRAS / UN SEAL exploration asset, 2002. Regional Evaluation Petroleum potential of the offshore portion of the central pacific block. Informe Interno ECOPETROL.

Suárez, R. M., 1990. Estudio Geológico Regional e interpretación Sísmica Estratigráfica en la Provincia Sedimentaria de la costa Pacifica. Informe Interno ECOPETROL GEX-ICP.

Stainforth, R. M., 1968. Mid-Tertiary diastrophism in northern South America. Carib. Geol. Conf., IV, Trinidad 1965, Trans., pp. 159-177.

Teichert, C., 1958. Some Biostratigraphical Concepts. Bulletin of the society of America, 69, pp. 99-120.

Toussaint J.F. (1995) Evolución geológica de Colombia. Formato digital. Universidad Nacional de Colombia.

Velásquez, R. M., 1999. Foraminíferos: Aspectos Generales y su ocurrencia en Sedimentos Terciarios de la Quebrada Alférez (DPTO de Bolívar), p. 12-49.

Van Hinsbergen, D.J.J., Kouwenhoven, T.J., Van der Zwaan, G.J., 2005. Paleobathymetry in the backstripping procedure: Correction for oxygenation effects on depth estimates. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 221, pp. 245-265.

<http://www.biodiversity.org.uk/scripts/palaeo/datasys/rare.pl>

www.ecopetrol.com.co

www.epis.com.co

<http://homepage.mac.com/uriarte/index.html>

<http://www.macn.secyt.gov.ar/colnac/foram/forams.htm>

www.micropress.com

[www.micro-strat.com/ Paleobathymetry.html](http://www.micro-strat.com/Paleobathymetry.html)

[http://www.tectonicanalysis.com/site/download/default.htm.](http://www.tectonicanalysis.com/site/download/default.htm)

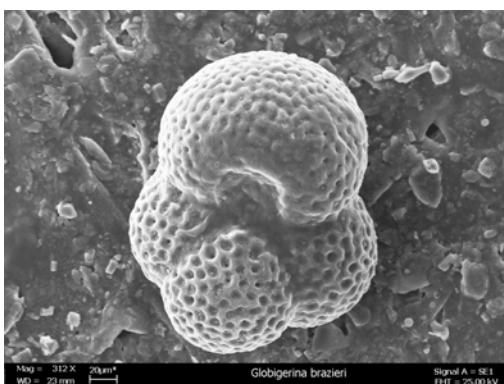
<http://www.ucmp.berkeley.edu/alllife/threedomains.html>

APENDICE 1. TAXONOMÍA

TAXONOMIA

Para esta apéndice se tomaron las descripciones tipo y el nivel tipo de los autores originales del catálogo de foraminíferos y ostracodos por Internet Ellis & Messina (www.micropress.org).

Globigerina brazieri Jenkins, 1976

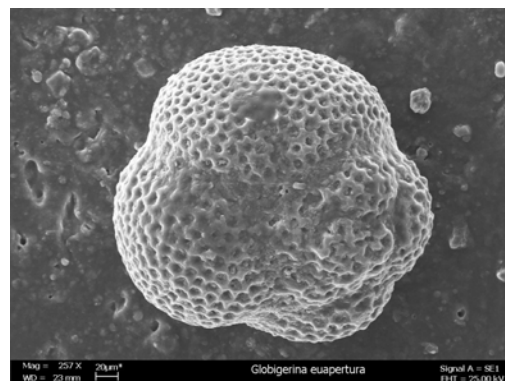
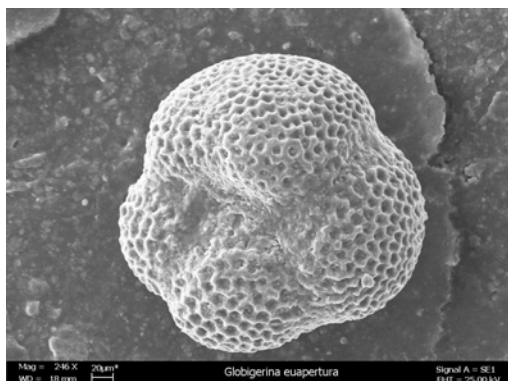


TYPE DESCRIPTION: “Text free, low trochospiral, sinistrally coiled, spiral side convex; equatorial periphery quadrilobate, axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, fairly coarsely pitted. Chambers with spherical outline, 16 arranged in 3 whorls, with 5 in the first and second whorls and 4 in the third whorl, proloculus diameter about 0.01 mm.: chambers increase rapidly in size in the final whorls. Sutures on the spiral and umbilical sides radial to slightly curved, depressed. Umbilicus open, deep. Aperture high rounded circular shaped, distinct arch with and thick rim, umbilical in position. Maximum diameter of holotype 0.45 mm”.

TYPE LEVEL: Lower Miocene

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por tener una abertura umbilical en forma de arco, con borde distintivo, contorno redondeado, bajo trocoespiral y aumento de significativo del tamaño de las cámaras a medida que incrementan las vueltas haciéndola distintiva de la *Globigerina Woodi*.

Globigerina euapertura Jenkins, 1960

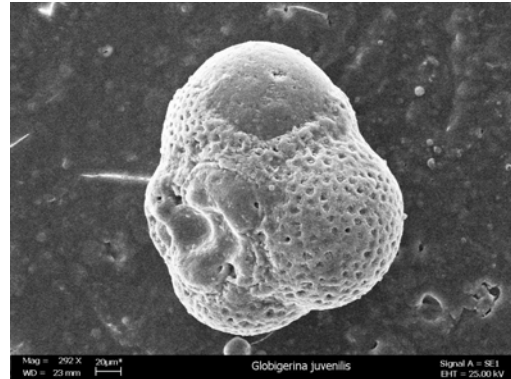


TYPE DESCRIPTION: “Text trochospiral, compact, spiral side slightly convex, umbilical side convex; equatorial periphery quadrilobate, axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface coarsely pitted. Chambers of the final whorls slightly compressed, about eleven to thirteen arranged in two and one – half whorls, usually three and one - half in the last whorl, increasing fairly rapidly in size. Sutures on the spiral side slightly recurved, depressed; on the umbilical sides radial, deep. Umbilicus fairly small, deep. Aperture distinct, fairly low arch with a rim, interiomarginal, umbilical. Largest diameter of holotype 0.30 mm”.

TYPE LEVEL: Miocene

DIAGNOSIS: Se caracteriza por tener un troco bajo, una abertura umbilical extraumbilical formando un bajo arco que la hacen diferente de la *Globigerina ampliapertura*, sus cámaras aumentan de tamaño rápidamente a medida que se adhieren, con tres y media en la última vuelta, y periferia axial redondeada que la hace diferente a la *Globigerina venezuelana*

***Globigerina juvenilis* Bolli, 1957**

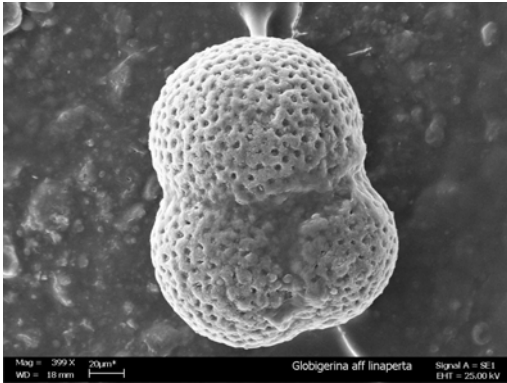


TYPE DESCRIPTION: “Shape of test moderately to distinctly trochospiral,; equatorial periphery distinctly lobate. Wall calcareous, perforate, surface smooth to very finely pitted. Chambers spherical to ovate, about twelve, arranged in about three whorls; the three of four chambers of the last whorl, increase rapidly in size. Sutures on the spiral side curved or radial in the early stage, radial in the last whorl, depressed; on the umbilical sides radial, depressed. Umbilicus very small. Aperture a low elongate slit, often with a thin lip; interiomarginal, umbilical. Coiling random. Largest diameter of holotype (fig. 5a-c) 0.29mm”.

TYPE LEVEL: Miocene and from the upper part of the Oligocene.

DIAGNOSIS: La *Globigerina juvenilis* es distintiva de las especies como *Globigerina brazieri* y *Globigerina euapertura* por su troco que es un poco mas alto, su textura porosa menos gruesa, el umbílico bien pequeño y la abertura es un largo y muy bajo arco.

***Globigerina aff. linaperta* Finlay, 1939**

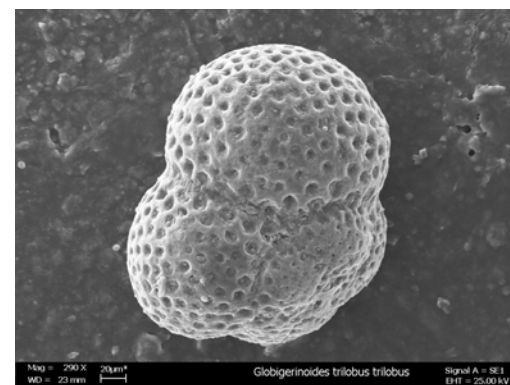
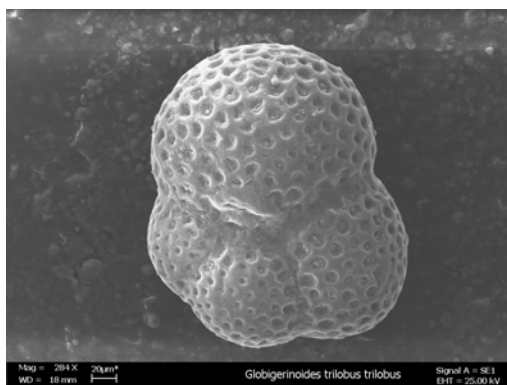


TYPE DESCRIPTION: “. . . a true *Globigerina* of the *bulloides-triloba* type, which is easily distinguished from the more typical forms in later horizons by a slight flattening and compression of each chamber and especially by its wide but very low and hardly open aperture directed laterally to overhang a previous chamber, instead of centrally, and with a pronounced rim. Diameter, 0.38 mm.”

TYPE LEVEL: Middle Eocene.

DIAGNOSIS: Este espécimen se caracteriza por tener tres cámaras en la última vuelta, las cuales incrementa considerablemente de tamaño con relación a las primeras. Trocospiral bajo, pared moderadamente perforada, las suturas en el lado umbilical son radiales y profundas, el umbílico pequeño y la abertura es un arco muy bajo, pero ancha no centrada con un pequeño labio. No es la típica *linaperta* por que su abertura es diferente.

***Globigerina triloba* Reuss, 1850**



TYPE DESCRIPTION: “Convexa, subovata, punctata: anfractus tres, parum distincti; In ultimo loculi tres sphaerici, distincti: aperture duplex. Diam. = 0.4 -0.6 mm. “Gehäuse gewölbt, eiförmig, vertieft punctirt, mit drei wenig deutlichen Umgängen. Der letzte Umgang brdtrht sud drei grossen, kugeligen, durch Deutliche Nätte gesondertes Kammern, von denen die letzte besonders gross Ist (sie iibertrifft das

ganze iibridge gehäuse an Grösse), und zwei MÜndungen zeigt, eine grosse auf der obern, eine kleine auf der untern Seite, beide zunächst der seichten nabelartigen centralen Vertiefung. Die iibrigen zwei Windungen bestehen jede ebenfalls aus drei Kammern, welche aber im Vergleich zu denen der letzten Windung sehr klein und undeutlich sind, dean die ganzes zwei Umgänge liegen auf der unteren Seite der drittletzten Kammer. Nicht selten”.

TYPE LEVEL: Tertiär. Salzthom.

DIAGNOSIS: El espécimen se distingue de *Globigerinoides trilobus inmaturus* en tener la última cámara más grande la cual abarca más dimensiones que las primeras juntas con una abertura un poco más elongada.

***Globigerina ciproensis* subsp. *angulisuturalis* Bolli, 1957**

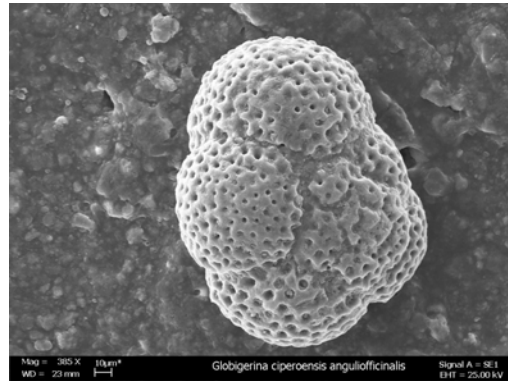
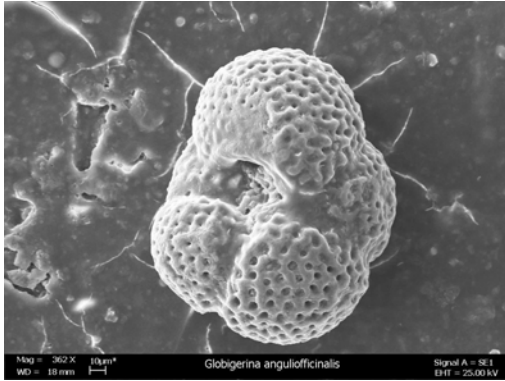


TYPE DESCRIPTION:“Shape of test very low trochospiral,; equatorial periphery almost circular, lobate, with deep, angular, U-shaped sutures between the chambers; axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface very finely pitted. Chambers spherical, about ten, arranged in about two and one-half whorls; the five chambers of the last whorl increase moderately in size. Sutures on spiral side depressed, radial; on umbilical side depressed, radial. Umbilicus fairly wide. Aperture arched; interiomarginal, umbilical. Coiling random. Largest diameter of holotype 0.19 mm”.

TYPE LEVEL: Oligocene,

DIAGNOSIS: Este género esta caracterizado por presentar 5 cámaras en la última vuelta, con incremento moderado de tamaño en cámaras de la última vuelta, un troco bastante bajo y una concha finamente perforada, difiere de las otras subespecies de ciproensis en tener formando un ángulo casi recto entre el las suturas y la periferia.

***Globigerina anguliofficialis* Blow, 1969**



TYPE DESCRIPTION: “The small test consist of about 11 chambers arranged in low trochospiral with 4 1/2 chambers comprising the last whorl. The chambers are slightly to moderately inflated, closely appressed but separated by deeply incised ventral intercameral sutures. The intercameral sutures are marked by radial bands of less coarsely perforate wall and are distinctly ‘U’ -shaped as in *Globigerina angulisuturalis* Bolli. The distinct ventral intercameral sutures are formed by a sharp ‘in turning’ of the chamber walls and this ‘in turning’ gives a moderately lobate appearance to the equatorial profile of the test. The aperture of the final chamber is a low arch, somewhat asymmetrically placed with respect to the umbilicus. The wall is relatively densely perforate and the pores open into distinct pits between small rugosities. Wall calcareous, radial hyaline. Maximum diameter of holotype 0.27mm”.

TYPE LEVEL: Lower to middle Oligocene

DIAGNOSIS: Tiene las características de este género además de una pared gruesamente perforada, umbilico mas pequeño y la forma en U de las suturas y la periferia no es tan angular. Estas características la hacen diferente a la *Globigerina ciproensis angulisuturales*.

***Globigerina ciproensis* subsp. *angustumbricata* Bolli, 1957**

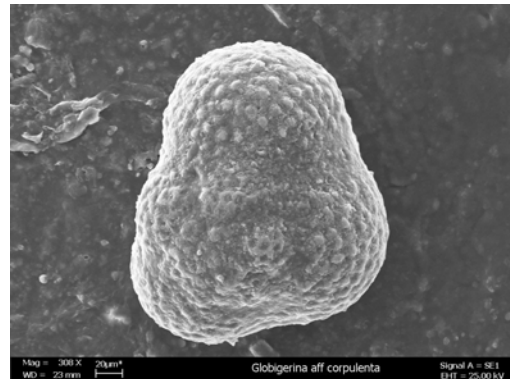


TYPE DESCRIPTION: “Shape of test very low trochospiral,; equatorial periphery distinctly lobate, axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface smooth or very finely pitted. Chambers spherical, about twelve, arranged in about two and one-half whorls; the four or five chambers of the last whorl, increase moderately to fairly rapidly in size. Sutures on the spiral side depressed, radial. Umbilicus small. Aperture a medium to low arch, interiomarginal, umbilical. Often with a thin lip. Coiling random. Largest diameter of holotype (fig. 13a-c) 0.4 mm”.

TYPE LEVEL Oligocene, lowermost Miocene

DIAGNOSIS: Se caracteriza por ser mas lobada, tener un umbílico bastante pequeño y tener la forma de las suturas y la periferia mas redondeada lo cual la hace diferente de la *Globigerina ciperoensis angulisuturalis* y *anguliofincinalis*.

***Globigerina aff. corpulenta* Subbotina, 1953**

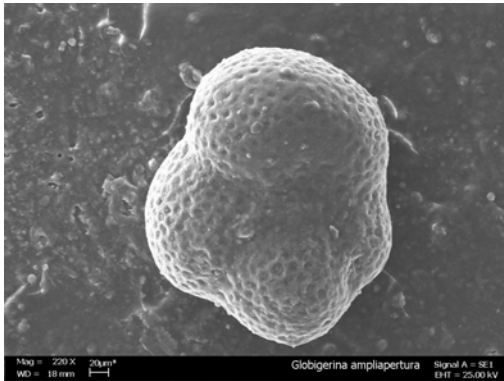


TYPE DESCRIPTION: “Translational from the Russian. –Test large for the genus, consisting of three whorls with four chambers in each whorl. Dorsal side in the form of a turret-like spiral which strongly projects upward; ventral side convex with the exception of a large umbilical portion which is depressed. Chambers spherical, loosely attached to each other. In the center of the ventral side there is a wide umbilical depression which is formed due to the ringlike arrangement of chambers in the final whorl. The apertures of chambers in the final whorl open into this depression. Chambers of the various whorls differ considerably in size. Within one whorl, the chambers vary but little in dimensions”.

TYPE LEVEL: from the upper Eocene

DIAGNOSIS: Trochospiral bastante alto, cámaras globulares y ovoides, área umbilical profunda se considera *Globigerina aff corpulenta* por que el espécimen de la foto no presenta bulla y la abertura no es clara, además las paredes de la cámara presenta pústulos y la *Globigerina corpulenta* es perforada.

***Globigerina ampliapertura* Bolli, 1957**

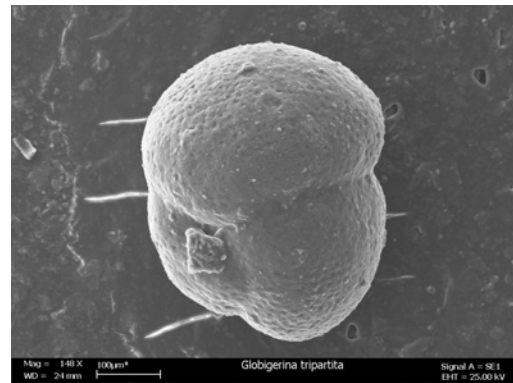
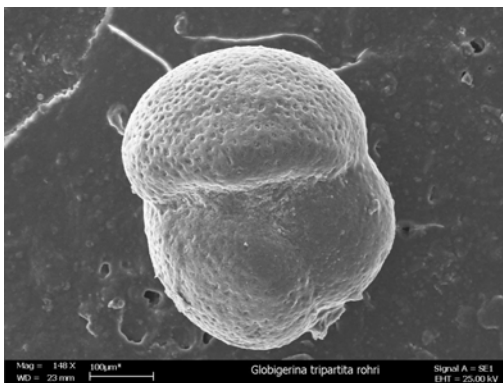


TYPE DESCRIPTION: “Shape of test trochospiral,; spiral side almost flat to slightly convex, umbilical side convex; equatorial periphery lobate; axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface finely pitted. Chambers spherical in the early stage, becoming somewhat compressed laterally in the last whorl; about twelve, arranged in two and one-half whorls; the usually four chambers of the last whorl, increase rapidly in size. Sutures on the spiral side radial to oblique, depressed; on the umbilical sides radial, depressed. Umbilicus fairly small, deep. Aperture a high, distinct arch; interiomarginal, umbilical. Coiling random. Largest diameter of holotype (fig. 6a-c) 0.55 mm”.

TYPE LEVEL: Oligocene basal , upper Eocene.

DIAGNOSIS: Este espécimen se caracteriza por presentar una apertura arqueada bastante alta la cual permite diferenciarla de la *Globigerina venezuelana*.

***Globigerina bulloides* d’Orbigny var. *tripartita* Koch, 1926**



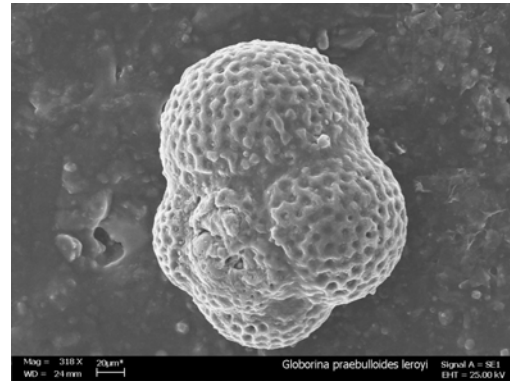
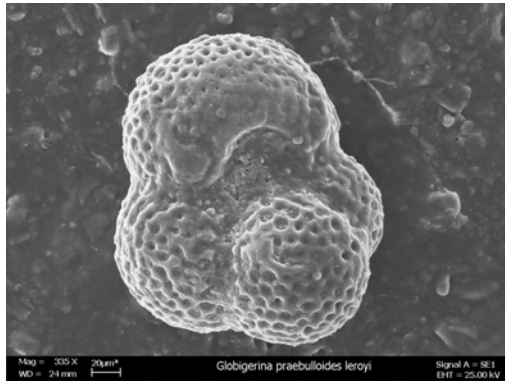
TYPE DESCRIPTION: “Diese Form ist dadurch charakterisiert, dass des von 3 Kammern gebildete letzte Umgang etwa fünf Sechstel der Gesamthöhe des ganzen

Gehüses ausmacht. Die ältern Kammern sind einer flachen Spirale aufgerollt, die kaurn über die 3 jüngsten Kammern herausragt. Diese sind auf der Unterseite durch klaffende Suturen getrennt. Der Nabel ist tief eingesunken. Die Lage der Mündung konnte nicht beobachtet werden.

TYPE LEVEL: Middle Tertiary, lower

DIAGNOSIS: Trocospiral bajo. Sus últimas cámaras aumentan rápidamente de tamaño, con tres cámaras en la última vuelta. La última cámara es como una gorra cubriendo menos de la mitad del total de la concha, tiene un aspecto triangular en la vista ecuatorial, y umbilico cerrado que la diferencia de *Globigerina tapuriensis*.

***Globigerina praebuloides* Blow subsp. *leroyi* Blow and Banner, 1962.**

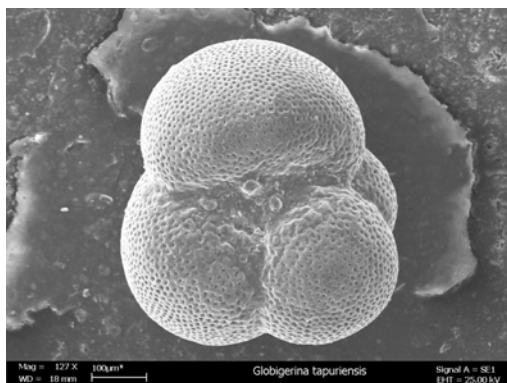


TYPE DESCRIPTION: “Diagnosis. – The fairly small test consist of about two to three whorls of subglobular to very slightly ovoid, inflated, partially embracing chambers arranged four to a whorl in a low trochospire. The equatorial profile (in ventral view) is subquadrate to subtrapezoid and the equatorial periphery is lobulate. The axial profile is suboval; the axial periphery is broadly rounded, the ventral sides of the chambers being only slightly more convex than the dorsal sides. The chambers regularity and fairly rapidly enlargement; en dorsal view the early chambers are broadly reniform, becoming hemispherical during ontogeny. The sutures are distinctly and broadly depressed. The dorsal intercameral sutures are initially curved but become increasingly radial during ontogeny. The spiral suture is moderately lobulate, and the spire projects slightly above the plane of the dorsal surface. The umbilicus is small, but deep and open; the apertural face of the chambers are but slightly flattened and the umbilicus is not sharply delimited and does not possess a clear quadrangular outline. The intraumbilical aperture of the last chambers is a low symmetrical arch highest at its mid-point; it is bordered by a distinct rim-like lip. The wall is fairly coarsely perforate relative to the size of the test and it is hispid, often most strongly so on the dorsal side and on the margins of the umbilicus. Maximum diameter of holotype 0.265mm.; from sample FCRM 1965, Lindi area”.

TYPE LEVEL: the Lower-Middle Oligocene, uppermost Eocene to top of the Oligocene.

DIAGNOSIS: Su umbílico pequeño, su abertura más simétrica y baja, así como el crecimiento mas moderado entre cámara y cámara la hacen distinta de *Globigerina praebulloides praebulloides*. Además carecer de forma cuadrada la hace diferente de *Globigerina ouachitaensis ouachitaensis* y por su pared no ser fuertemente hispida no es *Globigerina officinalis*

***Globigerina tripartita* koch subsp. *tapuriensis* Blow and Banner, 1962**



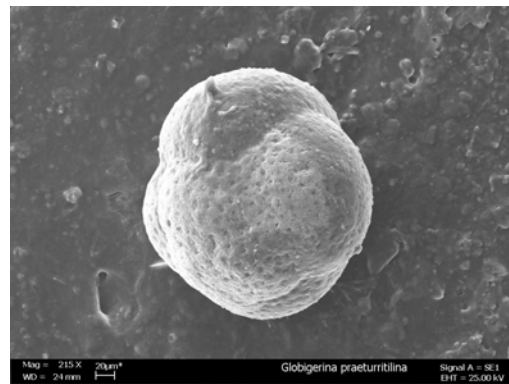
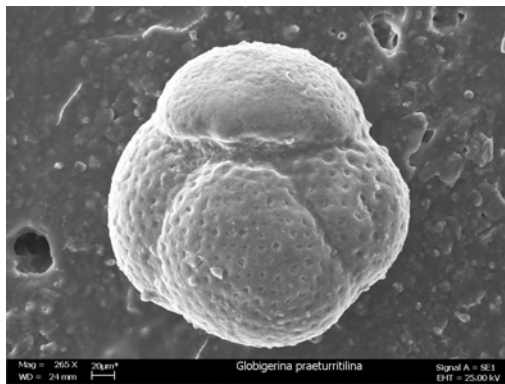
TYPE DESCRIPTION: “Diagnosis. – The moderately large test consist of about three whorls of rapidly enlarging, little embracing chambers coiled in a low trochospire. Four chambers are presents in the early whorls, typically reducing to there in the last whorl. The equatorial profile of the test is subcircular to subquadrate and the equatorial periphery is broadly and smoothly lobulate. In axial profile, the test is subovoid; the dorsal surface is moderately convex whereas the ventral side is strongly convex. The axial periphery is smoothly and broadly rounded with no distinct dorso-peripheral shoulder. Dorsally, the sutures are initially obscure, but they become distinctly depressed during ontogeny; the dorsal intercameral sutures are initially curved, meeting the lobulate spiral suture at broad angles, but they later become subradial. The ventral intercameral sutures are moderately deeply depressed. In dorsal view the chambers are semicircular to reniform throughout aontogeny, but become rather longer than broad. In ventral view the chambers are subcircular to subreniform. The umbilicus is indistinctly delimited but appears to be moderately broad and of triangular shape; it is open and deep. The apertural face of the last chamber is convex and not clearly delimited from the rest of the chamber surface; however, in umbilical view the aperturañ face may be seen to occupy an ill-defined, roughly reniform re-entrant. The aperture is a fairly low but long arch extending symmetrical across the full width of the umbilicus, and along the full length of the apertural face. The aperture is furnished throughout its length with a distinct narrow rim-like lip broadest at its mid-point. The wall of the test is fairly thick, moderately coarsely perforate and uniformly hispida. The hispidity is usually strongest

around the umbilical margins. Maximum diameter of holotype 0.73 mm.; from sample FCRM 1964, Lindi area”.

TYPE LEVEL: Lower-Middle Oligocene

DIAGNOSIS: Superficie dorsal convexa, apertura y umbílico más abierto y cámaras más infladas. La última cámara cubre más de la mitad del tamaño de la concha lo cual permite diferenciarla de la *Globigerina tripartita*.

***Globigerina Turritilina* Blow and Banner subsp. *praeturritilina* Blow and Banner, 1962**

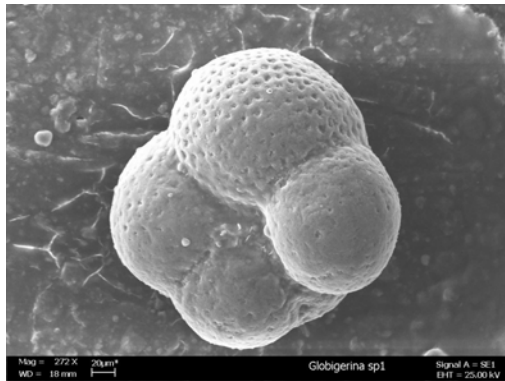


TYPE DESCRIPTION:“Diagnosis. – This subspecies is similar to *Globigerina turritilina turritilina* but differs in possessing more depressed (slightly less inflated) chambers, a much broader umbilicus, a higher final aperture and a slightly less coarsely perforate wall. The height of the aperture is not always much greater in relation to the shape of the chamber but always clearly opens more to the exterior, less directly into the umbilicus, than in *G. turritilina turritilina*. The aperural face of *G. turritilina praeturritilina* is narrowly but distinctly flattened. Maximum diameter of holotype 0.48 mm.; from sample FCRM 1645. Lindi area.

TYPE LEVEL: Lowest Upper Eocene.

DIAGNOSIS: Trocospiral alto cámaras de la última vuelta incrementando moderadamente de tamaño. Difiere de *Globigerina corpulenta* en la disposición más cerrada de las cámaras y en el troco mas bajo, y la abertura ser un arco más bajo.

***Globigerina* sp1.**



DIAGNOSIS: Esta especie tiene cuatro cámaras en la última vuelta trocospiral bajo, textura cancelada, su abertura se caracteriza por presentar una protuberante cámara abortiva y difiere de la *Catapsidrax dissimilis* en su textura la perforación de esta especie es más fina.

***Globigerinoides* Cushman, emend. Blow, 1979**

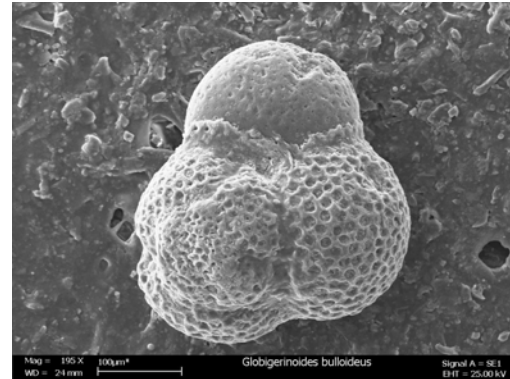


***Globigerinoides* sp 1**

TYPE DESCRIPTION: “Emended diagnosis, -Globigerinidae in which the test is consistently trochospirally coiled throughout ontogeny and which possess a ventral interio-marginal, totally intraumbilical, primary aperture that is always distinct \bar{j} , Dorsal sutural supplement apertures are present and are situated within the extent of the spiral suture usually at the junction of the dorsal intercameral and spiral sutures. Internally, both primary and supplementary apertures possess raised smooth rims and this feature may be present externally as well. Dorsal supplementary apertures are present for chambers prior to the last except in one phylogenetically primitive case (i.e., *Globigerinoides quadrilobatus primordius* Blow and Banner, 1962)”.

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por tener un troco bastante bajo, la última vuelta estar conformada por tres o cuatro cámaras de pared gruesamente perforada con textura cancelada una característica bulla cubriendo la abertura.

***Globigerinoides bulloideus* Crescenti, 1966**



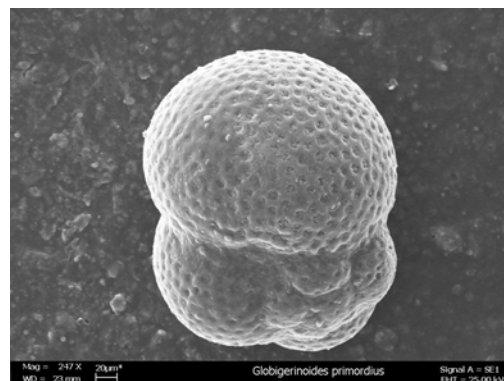
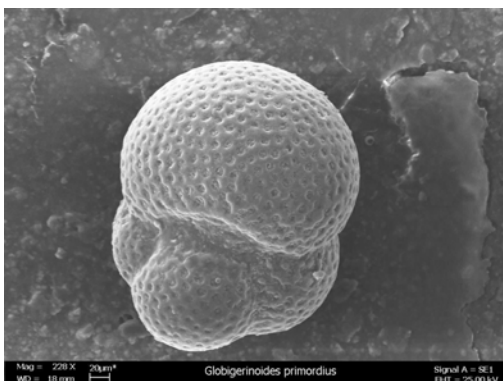
TYPE DESCRIPTION:“Plasmostraco calcareo finemente perforato, trocospirale. Peroferia equatoriale lobata, subcircolare, periferia assiale arrotondata. Logge subsferiche, in numero di circa 10-12, disposte in 2-3 giri dispira; rapidamente crescenti in dimensione nei primi giri; ultimo giro composte di 3 e ½-4 logge poco crescenti in dimensioni. Suture indistinte nei primi gire, bene evidenti nell’ultimo giro ove sono radiali sul lato ventrale, tra loro pressochè normali su quello dorsale. Apertura primaria ombelicate, ampia, sub-circolare, alla base dell’última loggia, con sottile ma distinto orlo; quasi sempre una sola apertura supplementare suturale, sul lato dorsale, poccoa, a volte appena visibile; rarissime due apertura supplementari”.

“**TYPE LEVEL:** the Middle Miocene, Tortonian.

DIAGNOSIS: Este espécimen esta caracterizado por tener una abertura primaria bien grande y una suplementaria bastante pequeña su troco alto, lo cual lo diferencia del *Globigerinoides altiaperetus*.

***Globigerinoides quadrilobatus* (d’Orbigny) subsp. *primordius* Blow and Banner, 1962**

TYPE DESCRIPTION:“Diagnosis. -The text consist of about nine chambers

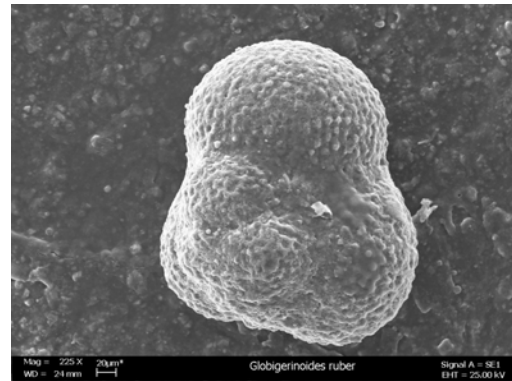
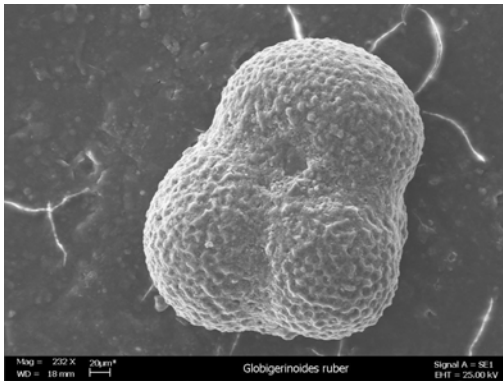


arranged in a low, fairly loose trochospire of two to three whorls, each whorl consisting of about four chambers. The chambers are fairly rapidly and almost uniformly enlarging, and are distinctly inflated. The degree of embrace between the chambers decreases during ontogeny. The equatorial profile is ovoid and the equatorial periphery is lobulate. The axial profile is suboval, and the axial periphery is broadly and smoothly rounded”.

TYPE LEVEL: Aquitanian.

DIAGNOSIS: Trochospiral bajo. Tres características cámaras en la última vuelta. La abertura principal es un alto arco y posee sólo una abertura suplementaria ubicada en el lado espira de la última cámara, permitiendo diferenciarlo del *Globigerinoides quadrilobatus quadrilobatus* y de su antecesor la *Globigerina praebulloides occlusa*.

***Globigerinoides rubra* (d'orbigny) subsp. *seigliei*, Bermúdez and Bolli, 1969**

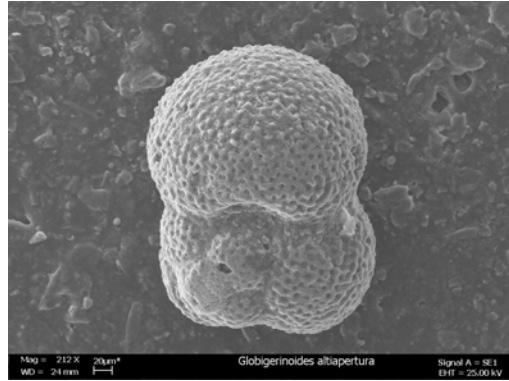
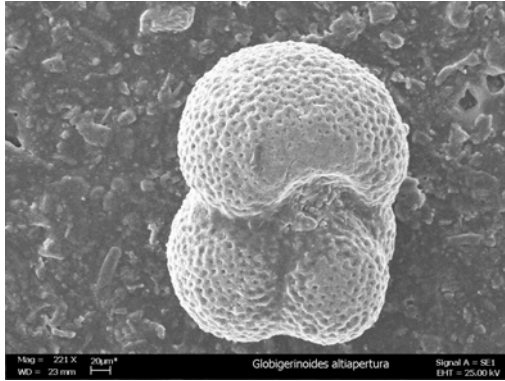


TYPE DESCRIPTION: “Concha trocoide, formada por dos y media vueltas de espira, las tres últimas cámaras constituyen la mayor porción de la concha, las que aumentan rápidamente de tamaño según se forman y son muy infladas, suturas profundas: pared gruesa, finamente espinosa: abertura principal muy amplia y de dos aberturas suplementarias en las suturas de la cámara. Dimensiones: Largo 0.47 mm., ancho 0.46 mm”.

TYPE LEVEL: Upper Miocene

DIAGNOSIS: Esta especie por su mayor tamaño, su pared finamente espinosa y la posición de las aberturas primaria y suplementaria, que siempre están simétricamente colocadas sobre las suturas entre las dos primeras cámaras. Se distingue de *Globigerinoides altiapertura*.

***Globigerinoides triloba* (Reuss) subsp. *altiapertura* Bolli, 1957**

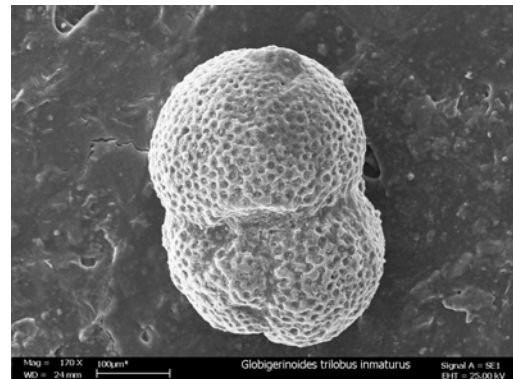


TYPE DESCRIPTION:“Shape of test trochospiral; equatorial periphery distinctly lobate (trilobate), axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface finely pitted. Chambers spherical; about twelve, arranged in about two and one – half whorls, the three chambers of the last whorl, increase rapidly in size. Sutures on the spiral side between early chambers radial, later slightly curved and oblique, depressed; on the umbilical side radial, depressed. Umbilicus fairly narrow, deep. Primary aperture a high, distinct arch, interiomarginal, umbilical; the last few chambers show one supplementary sutural aperture about opposite the primary aperture. Coiling random. Largest diameter of holotype 0.55 mm”.

TYPE LEVEL: basal Miocene part.

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por tener en las aberturas primarias y secundarias un arco bastante alto como no lo tiene ninguno de los demás *Globigerinoides*.

***Globigerinoides sacculiferus* (brady) var. *inmatura* Leroy, 1939**



TYPE DESCRIPTION: “This varietal form comprises the greater part of most assemblages from the Telisa shales. It is either an early or immature form of the type described by Brady from ‘a white friable limestone from New Britain’ (Geol. Mag., Dec. II, Vol. IV, p. 535, 1877). Brady notes that *Globigerinoides sacculiferus* is characterized by ‘its large out-spread test, of which the terminal chamber or chambers are pouch-shaped or pointed.’ The Sumatran form does not exhibit this feature. However, the type form is found in the late Tertiary Marls of East Borneo and East Java and is usually associated with forms identical to the Sumatran variety. The development of the last irregular, fistulose chamber probably results from environmental conditions or is a stage of higher development. Height 0.43 mm. “The best development of this varietal form is reached within the Telisa. It has also been found in appreciable numbers in the ‘Pliocene’ of West Java and in dredgings from off the West Java coast at depths not exceeding 30 meters.”

TYPE LEVEL: Neogene, Miocene (?), Transitional Zone Sand and Clay Series.

DIAGNOSIS: este espécimen se caracteriza por tener tres cámaras en la última vuelta las cuales crecen moderadamente permitiendo diferenciarlo de *Globigerinoides trilobus trilobus*, y de *Globigerinoides primordius* en la posición de las aberturas las cuales no son simétricas con las suturas.

Globigerinoides bispherica* Todd, 1954



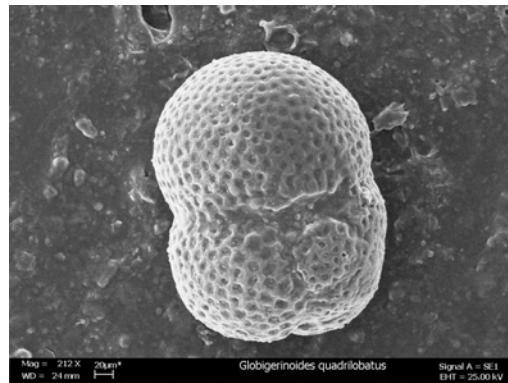
TYPE DESCRIPTION: “Test consists of two spheres of equal or nearly equal size, confluent in greater or lesser degree, one sphere consisting of the last-formed chamber, the other sphere consisting of the penultimate chamber strongly embracing all the previous ones; coiling dextral and sinistral. Sutures distinct and incised in individuals where the chambers are less embracing, indistinct in individual where the chambers are more embracing. Wall calcareous, perforate, ornamented by a dense pattern of small, delicate, round cancellations. Apertures two or more; in the case of individuals where the chambers are more embracing, the apertures are irregular, narrow fissures appearing to result from the breaking apart of the test wall at the suture lines or suture junctions and usually bordered with irregular knobs of clear shell material; in the case of individuals where the chambers are less embracing, the apertures are more distinct, low-arched openings into the final chamber, overhung by

the rough, knobby edge of the chamber. Length 0.55 to 0.65 mm; greater diameter 0.45 to 0.50 mm”.

TYPE LEVEL: Upper Oligocene

DIAGNOSIS: El espécimen posee tres cámaras en la última vuelta con un trocospiral bastante bajo y dos aberturas una principal de arco medianamente bajo y la suplementaria de arco bajo. La antepenúltima cámara aumenta significativamente de tamaño comparándola con la anterior pero la última crece moderadamente de tamaño con esta. La mayor parte de la concha está constituida por estas dos cámaras y difiere con el *Globigerinoides subquadrata* en las aberturas.

***Globigerinoides quadrilobatus* (d'Orbigny) subsp. *hystricosus* Belford, 1962**

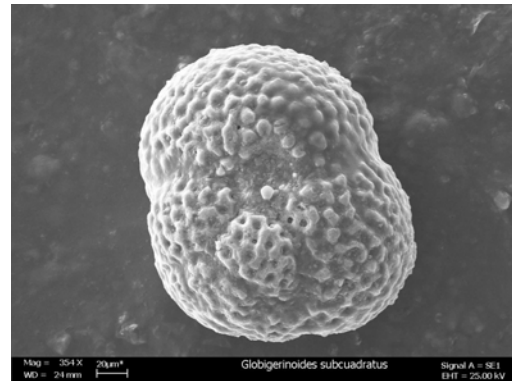
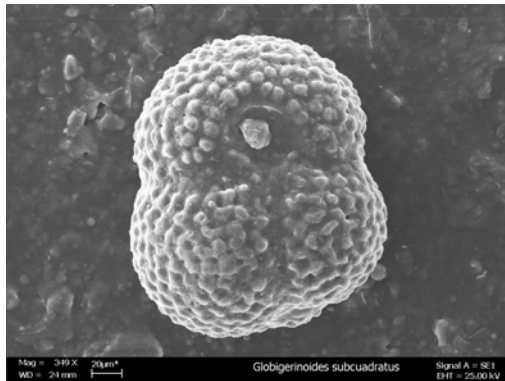


TYPE DESCRIPTION: “The medium-sized subglobular to avoid test is a low trochospire with 4 subglobular chambers, rapidly increasing in sized, en the final whorl. The ultimate chamber virtually equaks in size, the previously formed portion of the test. Th3e outline of the test in umbilical and spiral view is broadly oval, almost equidiminsional aon oval, longer than wide, in side view. There is only a very slight umbilical depression, the primary aperture is a narrow, umbilical, interiormarginal slit”.

TYPE LEVEL: Lower Miocene

DIAGNOSIS: Especimen de troco bastante bajo, gruesamente perforado de textura cancelada. Tres cámaras en la última vuelta creciendo moderadamente las aberturas son arcos bastante bajos lo cual permite diferenciarlo del *Globigerinoides trilobus inmaturus*.

***Globigerinoides subquadrata* Bronnimann, 1954**

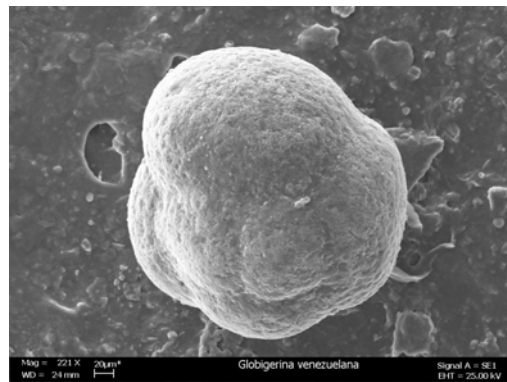
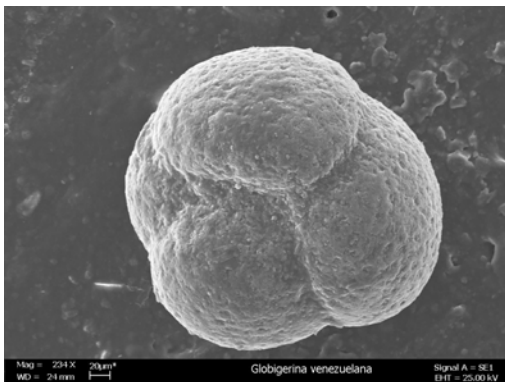


TYPE DESCRIPTION: “The general outline of the test in subquadrated. The major portion of the test is represented by the three-chambered final volution. The early portion of the test is distinctly trochoid. It is only slightly smaller than the antepenultimate chamber. The subglobular and appressed chambers of the final volution increase rapidly in size, and the end chambers is equal to or only slightly smaller than the preceding part of the test. The ultimate and penultimate chambers are added perpendicularly to the preceding oral face. The initial spiral is indistinct and the spiral side is much like the umbilical side. The umbilicus is very shallow. The arcuate main aperture is situated at intersection of the umbilical sutures; the smaller, also arcuate, accessory aperture is opposite the main aperture on the spiral side. Additional accessory apertures of the early spiral are visible only in large and well-preserved specimens. The main aperture is bordered by large pustules. The well-defined sutures of the end stage are straight. Those of the initial stage are slightly curved. The walls are finely perforate and the surface is covered with strong and rather uniform pustules. The species coils to the right and to the left. The length of the test ranges from 0.35 mm to 0.6 mm”.

TYPE LEVEL: Upper Oligocene

DIAGNOSIS: Este espécimen posee una característica concha subcuadrada. Las últimas dos cámaras son casi iguales en tamaño y su abertura, a pesar de ser simétrica con las suturas, no es tan alta como en el *Gobigerinoides ruber*.

***Globigerinoides venezuelana* . Hedberg, 1937.**



TYPE DESCRIPTION:“Large, nearly spherical. Chambers inflated; last three making up the bulk of the test. Early chambers form a compact spiral. Wall coarsely cancellate. Aperure in a deeo triangular depressions between the last chambers. Rare supplementary apertures are also present is some specimens. Diameters of holotype, 0.56.”

TYPE LEVEL: Middle Tertiary.

DIAGNOSIS: Este espécimen presenta trocospiral bajo. La última vuelta tiene cámaras con un cambio significativo de tamaño en comparación con las anteriores y la abertura es umbilical con forma triangular característica.

***Globoquadrina dehiscens* (Chapman, Parr, and Collins) supsp. *praedehiscens* Blow and Banner, 1962**



TYPE DESCRIPTION: “The moderately large test consists of about three whorls of rapidly enlarging, moderately inflated, partially embracing chambers, coiled in a low trochospire. Four chambers are typically present in each of the early whorls, characteristically reducing to three and a half or three in the last whorl. The equatorial profile of the test is subcircular and the equatorial periphery is very weakly and broadly lobulate. In axial profile the test is globosely subcoly convex, whereas the nical. The dorsal surface is only very slight ventral side is highly vaulted. The axial periphery is smoothly and broadly rounded; the dorsal surface of each chamber, especially in late ontogeny, is both narrow and slightly convex, and the broadly rounded dorso-peripheral shoulder constitutes the greatest diameter of the test. Dorsally the chambers are initially semicircular to reniform, but they rapidly become much longer than broad and distinctly depressed. In axial view the adult chambers clearly show this depression, and are narrowly ovoid. Only three chambers are typically visible ventrally in the adult. The dorsal sutures are initially obscure, but they later become distinctly and narrowly depressed. The dorsal intercameral sutures are initially curved, meeting the moderately lobulate spiral suture at broad angles, but they later become even more weakly curved or subradial. The ventral intercameral sutures are fairly deeply but narrowly depressed”.

TYPE LEVEL: Aquitanian.

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por sus cámaras moderadamente infladas, ovoides, dispuestas a 90°, siendo un poco aplanadas y con el contorno de la concha cuadrado.

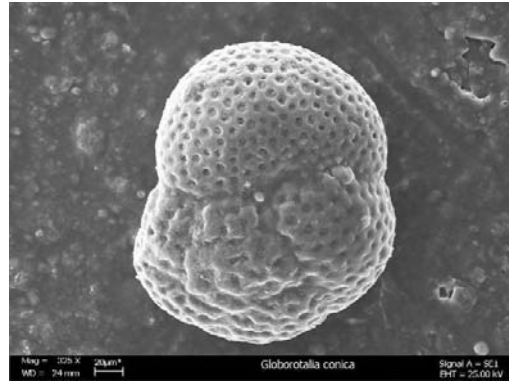
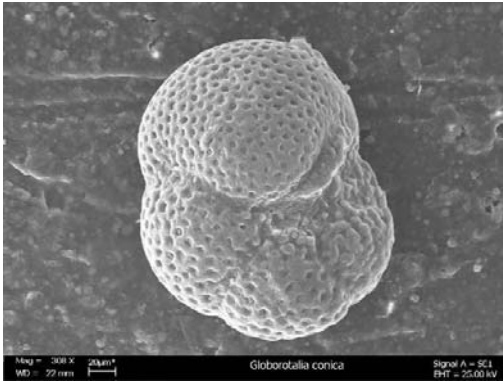
***Globoquadrina* spp. Finlay, 1947**



TYPE DESCRIPTION: “Shell subquadrate, in both ventral and side view, dorsally flattened and showing all chambers, ventrally inflated and elongate, showing last coil only; umbilicus more or less widely open, often permitting considerable view of interior of previous chambers, but sometimes closed in adult by encroachment of last chambers; ends of chambers jutting round it angular and often more spinose; chambers horizontally compressed, inner face flattish, outer lightly to strongly convex, joins forming a marked angle, typically about 90° so that a squarish outline results, but sometimes with greater angle and slightly more than 4 chambers in a coil; terminal face smooth and sinuous, meeting other faces in a sharp angle and slanting strongly inwards to umbilicus (in some species vertically), with a pronounced thin flap projecting inwards and downwards overhanging aperture and largely concealing it; aperture rather narrow and elongate, not widely gaping as in *Globigerina* and *Globorotalia*, only a fraction of terminal face in area. Family Globorotaliidae”.

DIAGNOSIS: este género es fácilmente identificado por el aspecto cuadrado de su contorno, por su trocoespiral bajo, siendo casi plano en ambas vistas dorsal y umbilical, por su umbilico ancho y borde apertural.

***Globorotalia conica* Jenkins, 1960**

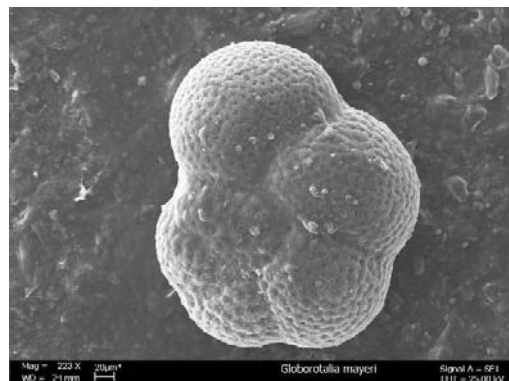
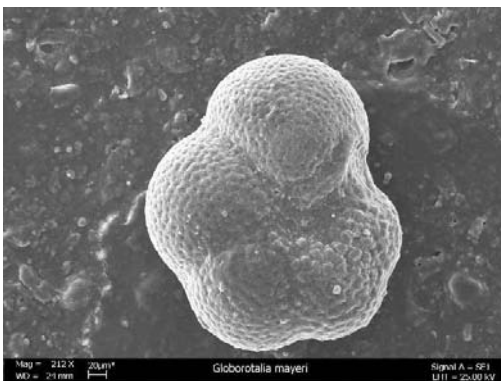


TYPE DESCRIPTION: “Test umbilico – convex in shape, slightly longer than road, equatorial periphery ovate, slightly lobate. Axial periphery subangular, rounded. Wall calcareous, finely perforate, smooth, except for minute pustules in front of the aperture on the umbilical surface of the first chamber of the final whorl. Chambers thirteen to sixteen, proloculus diameter 0.02 mm., five angular – conical chambers in the last whorl. Spiral sutures strongly recurved, slightly depressed; umbilical sutures curved, slightly depressed. Umbilicus narrow, tending to be closed. Aperture a low arch with slight lip, interiomarginal, extraumbilical – umbilical. Largest diameter of holotype 0.38 mm”.

TYPE LEVEL: Miocene; ranges from the *Candorbulina glomerosa curva* zone to the *Globorotalia mayeri* zone.

DIAGNOSIS: Esta *Globorotalia* es distinguida por su forma cónica en vista ecuatorial, suturas deprimidas y curvadas, umbilico cerrado y su abertura baja con labio.

***Globorotalia mayeri* Cushman and Ellisor, 1939**



TYPE DESCRIPTION: “Test unequally biconvex, the dorsal side slightly convex or nearly flattened, ventral side strongly convex and umbilicate, periphery very broadly rounded; chambers distinct, strongly inflated, increasing rapidly in size as added, of uniform shape, about six in the adult whorl; sutures distinct, slightly depressed, somewhat limbate on the dorsal side, on the ventral side more strongly depressed; wall smooth, coarsely and distinctly perforate; aperture large, extending on the ventral side from the umbilicus nearly to the middle or the peripheral margin, with a slight lip. Length 0.35 – 0.40 mm., breadth 0.27 – 0.30 mm.; thickness 0.22 mm”.

TYPE LEVEL: Miocene

DIAGNOSIS: Esta Globorotalia se caracteriza por su concha gruesa, periferia redondeada, su abertura alta y arqueada. Difiere de *Globorotalia siakensis* en las suturas del espiral intercameral mas curvadas y en la periferia ecuatorial menos lobulada.

***Globorotalia (Turborotalia) peripheroacuta* Blow and Banner, 1966**



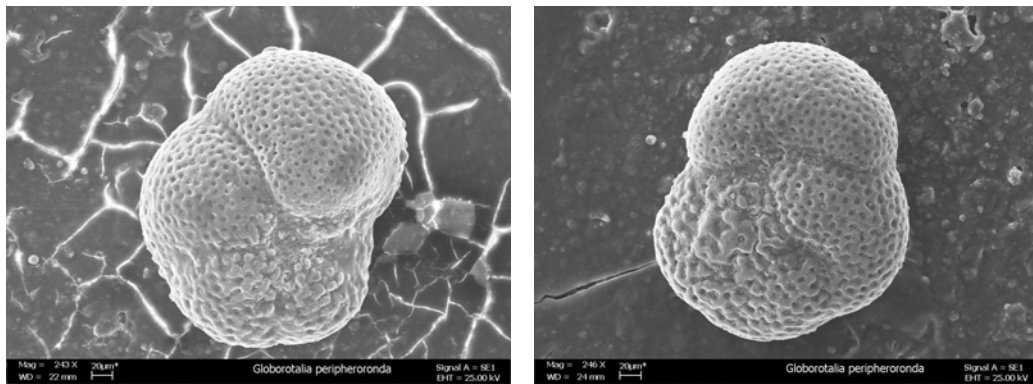
TYPE DESCRIPTION: “Description of holotype. – The test consists of about two and one – half whorls of chambers, five chambers in the whorl surrounding the proloculus, six and one- half chambers in the last- formed whorl. The chambers enlarge uniformly during test growth, the successive whorl heights being in the approximate ratio (as measured dorsally from the proloculus) 1:3:7. The test is completely evolute dorsally, and the dorsal surface is uniformly perforate; there is no conspicuous deposit of imperforate shell material in the dorsal intercameral sutures or the spiral suture. The dorsal sutures are shallowly and narrowly depressed. The dorsal intercameral sutures meet the weakly lobulate spiral suture at right angles, but in their distal parts are smoothly and strongly recurved, meeting the weakly lobulate outer periphery of the test at angles of about 45°. The periphery is uniformly perforate throughout, and there is no carina. The ventral surface of the test is more strongly convex than the dorsal surface, the ratio of ventral to dorsal convexity being about 3:1. The ventral side is completely involute, only the six and one – half chambers which comprise the last whorl being visible. The narrow, interiomarginal

aperture extends from the umbilicus almost to the periphery of the test and is furnished throughout its length with a strong lip, broadest at the umbilical end. The maximum diameter of the test is 0.39 mm.”

TYPE LEVEL: Miocene, top of *Siphogenerina transversa* Zone; Pozón formation, Husito Marly Clay Member, lower part.

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por tener periferia comprimida. La vista ecuatorial presenta aspecto de zapato, difiere de *Globorotalia fohsi peripheroronda* en tener mas comprimida la periferia de las últimas cámaras.

***Globorotalia (Turborotalia) peripheroronda* Blow and Banner, 1966**

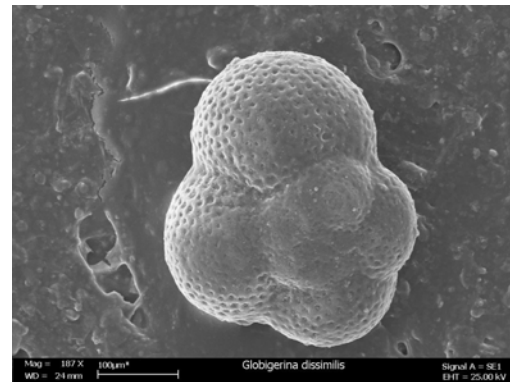
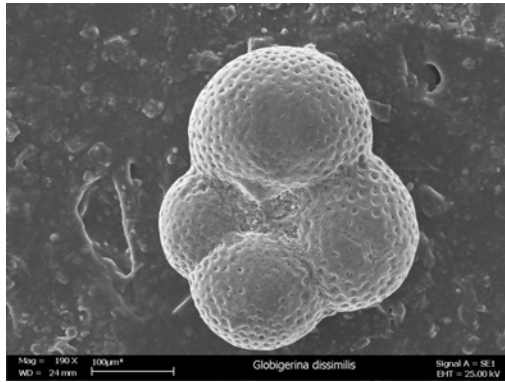


TYPE DESCRIPTION: “Description of holotype. – The test of the holotype (pl. 1, fig. 1 a –c) consists of nearly three whorls of regularly enlarging chambers, six in each whorl. Successive whorl heights (measured dorsally, from the proloculus) are in the approximate ratios 1:4:6. The test is completely evolute dorsally, and the dorsal surface is uniformly perforate; there is no conspicuous deposits of thick, secondary laminae to obscure the early whorls, and there are no sutural limbations of imperforate shell material. The dorsal surface is very slightly convex, and the dorsal sutures are narrowly depressed, the dorsal chamber walls being slightly inflated. The dorsal intercameral sutures meet the lobulate spiral suture at right angles, but they are distally smoothly recurved, meeting the periphery at angles of about 45°. The periphery is weakly lobulate, uniformly perforate, without carina or pseudocarina, and bluntly rounded. The ventral surface is more convex than the dorsal surface, the ratio of ventral to dorsal convexity being about 2:1. The ventral side is completely involute, only the six chambers of the last whorl being visible. The ventral intercameral sutures are narrowly and shallowly depressed and are gently and smoothly curved or sinuous, meeting both the periphery and the narrow, almost closed umbilicus at broad angles (approaching right angles). The narrow interiomarginal aperture extends from the umbilicus to the ventral margin of the periphery of the last chamber and of the penultimate whorl; the aperture is furnished throughout its length with a thin, uniformly developed lip. The maximum diameter of the test is 0.31 m.m.”

TYPE LEVEL: Miocene.

DIAGNOSIS: *Globorotalia fohsi peripheroronda* difiere de *Globorotalia peripheroacuta* en su periferia más redondeada en las últimas cámaras y de *Globorotalia mayeri* en ser de menor tamaño, tiene menor tasa de crecimiento de las ultimas cámaras y su contorno menos circular.

***Globigerina dissimilis* Cushman and Bermudez, 1937**

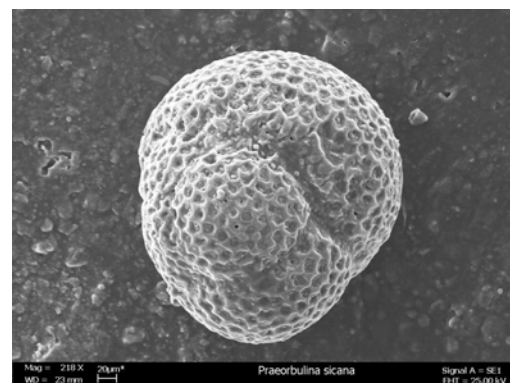
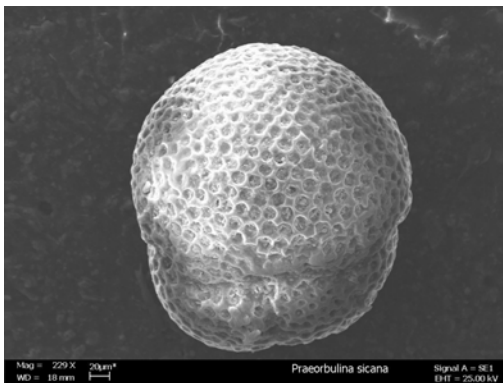


TYPE DESCRIPTION: “Test subglobular, spire low, periphery broadly rounded; chambers few, four in the adult whorl, inflated, subglobular, ventrally with the last - formed chamber smaller, nearly covering the umbilicus, quadrangular in side view; sutures strongly depressed; wall coarsely cancellated except that of the peculiar last chamber which is much smoother; aperture rounded, opening into the umbilical area below the last chamber. Diameter 0.50 – 0.55 m.m.; thickness 0.45 m.m.

TYPE LEVEL: Eocene.

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por su bajo trocospiral, por el incremento abrupto en tamaño de las cámaras de la última vuelta, por sus cámaras globosas y bastante infladas, su umbilico abierto y su textura cancelada.

***Globigerinoides sicana* Stefani, 1952**

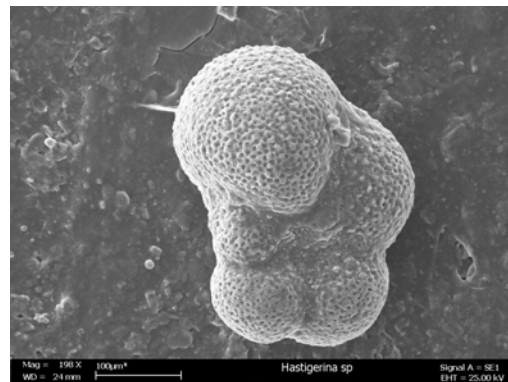
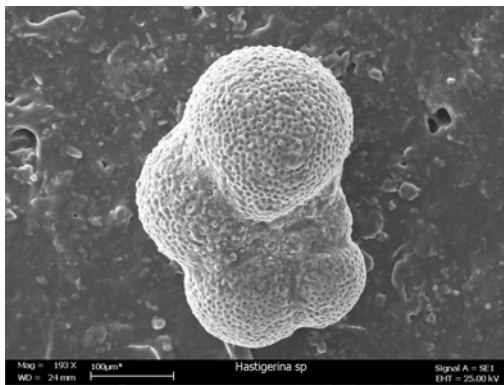


TYPE DESCRIPTION: [Cushman and Stainforth, op. Cit., p. 68]: “Specimens from Zones II and III are either young specimens or a primitive form of this species [i. e., *Globigerinoides conglobata* (Brady)]. A few of the specimens show the supplementary apertures on the dorsal side. From the series of specimens it is suggested that this form may represent the ancestral stages of *Candorbulina*. A few of the specimens have suggestions of small circular pores along the final suture similar to those found in *Candorbulina*. They also suggest a relationship to *Globigerina mexicana* Cushman.”

TYPE LEVEL: Miocene, not younger than Tortonian.

DIAGNOSIS: *Praeorbulina sicana* se caracteriza por tener cuatro aberturas en la base de la última cámara y por el gran cubrimiento de esta sobre las anteriores. Esta especie se considera transitoria entre *G. bisphericus* y *P. glomerosa curva*.

***Hastigerina* Thomson, emend. Jenkins, 1971**

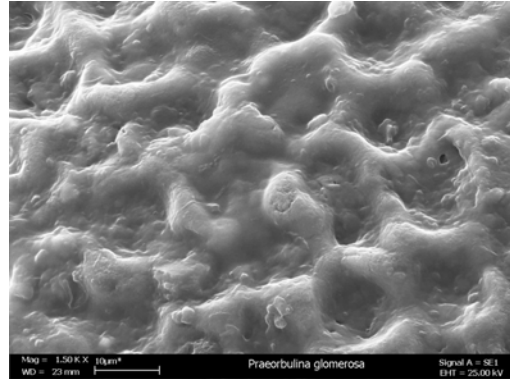


TYPE DESCRIPTION:

[Jenkins, 1971, loc. Cit.]: “Emended diagnosis. – Test free, early stage may be slightly trochospiral, adult planispiral, ranging from involute to loosely coiled, biumbilicate, periphery rounded, chambers spherical to ovate; sutures depressed; wall finely perforate, radial in structure, surface with triplanal spines; aperture interiomarginal, broad equatorial arch”.

DIAGNOSIS: Este género se caracteriza principalmente por su forma planoespiral e involuta y sus cámaras ovaladas.

***Globigerinoides glomerosa* Blow, 1956**

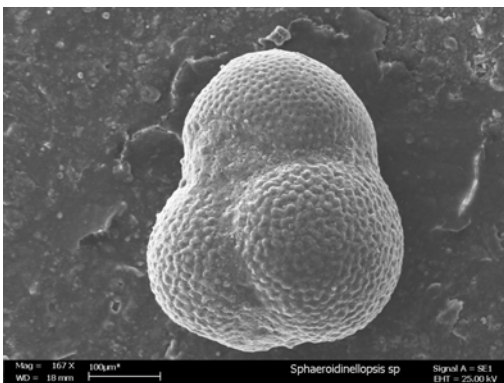


TYPE DESCRIPTION: “Test ovoid to nearly spherical, with the last chamber nearly globular, inflated, and embracing the earlier part of the test to more than 40 per cent. Dorsal apertures of the penultimate and earlier chambers and the apertures of the last chamber are short narrow slits or circular openings lying in the sutures but not in the area of the last chamber. Apertures of the last chamber are numerous. The last chamber covers the umbilicus and an open spire of ten to twelve semiglobular, vitreous earlier chambers. The ventral apertures of the penultimate and earlier chambers are large semicircular opening with raised crescentic lips. Wall calcareous, composed of more than one layer, rather coarsely cancellate”.

TYPE LEVEL: Oligo- Miocene

DIAGNOSIS: Esta especie esta caracterizada por tener muchas aberturas en las suturas y por su contorno muy redondeado debido al gran envolvimiento de la última cámara sobre el resto.

***Sphaeroidinellopsis* Banner and Blow, 1959**

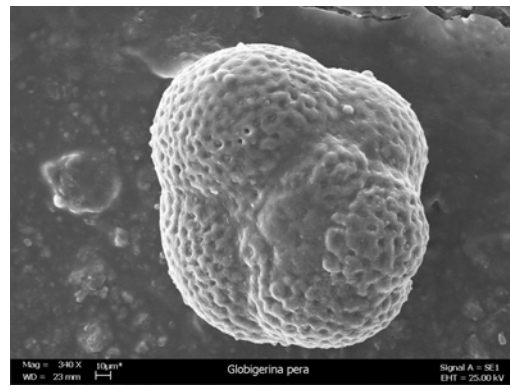
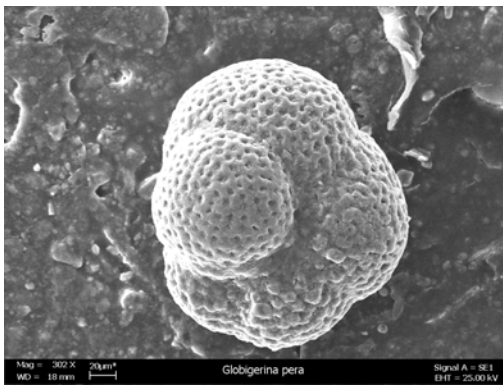


TYPE DESCRIPTION: “Diagnosis. - Test trochoid throughout life; chambers regularly enlarging, subglobular, or subreniform, or showing a tendency to become

radially elongate in the adult, or embracing. Wall structure similar to that of *Sphaeroidinella*, but in some species the cortex is less strongly developed. Primary aperture interiomarginal, intraumbilical, a low arch of slit, furnished with a smooth or crenulate lip. No supplementary apertures are present. Family Globigerinidae. Subfamily Sphaeroidinellinae”.

DIAGNOSIS: *Sphaeroidinellopsis* sp. se caracteriza por tener tres cámaras en la última vuelta. La última cámara representa menos del 50% de la concha y por su amplia abertura, que va desde el centro hasta la periferia.

***Globigerina pera* Todd, 1957**



TYPE DESCRIPTION: “Test somewhat compressed, low spired. Chambers few, rapidly increasing in size as added; three and one – half to four constituting the adult whorl, with a smaller and smoother supplementary chamber extending from the periphery downward over the umbilicus. Sutures deeply incised. Wall calcareous, perforate, covered by a fine – grain pattern of round pits (possibly the basis for delicate spines during the life of the animal) and stubby irregular spines. Aperture a single opening under the lip at the inner edge of the supplementary chamber that covers the umbilicus. Length 0.55 – 0.65 mm.; width 0.48 – 0.55 mm.; thickness 0.35 – 0.48 mm”.

TYPE LEVEL: Upper Eocene

DIAGNOSIS: *Globigerina pera* difiere de *Globigerina dissimilis* en su cámara abortiva dispuesta sobre el umbilico y su trocoespiral mas bajo.

***Globorotalia* Cushman, *sensu stricto*, Cushman and Bermudez, 1949**

TYPE DESCRIPTION: [see *Globorotalia* Cushman, 1927.]

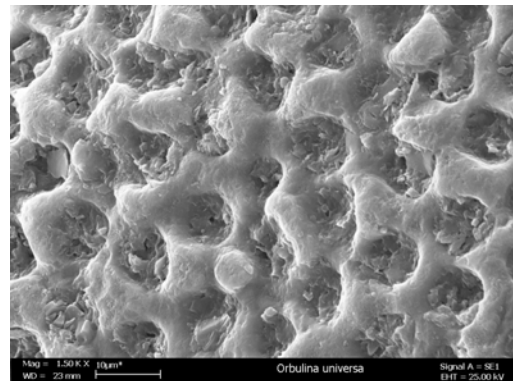
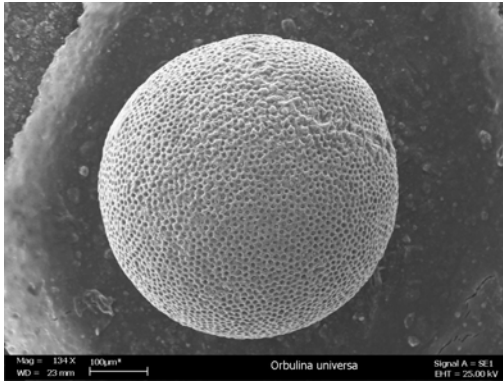
[Cushman and Bermudez, 1949, loc. cit.]: “Test trochoid, biconvex and more or less compressed, periphery angular and becoming increasingly angular with growth of

the test, umbilicus small and inconspicuous; chambers increasing in size but not in thickness as added.” [See also *Truncorotalia* and *Turborotalia* Cushman and Bermudez, 1949 (subgenera of *Globorotalia* Cushman, 1927).]

[The following species are included in this subgenus by Cushman and Bermudez, op. cit., p. 26]: *G. tumida* (Brady); *G. menardii* (d’Orbigny); *G. menardii* (d’Orbigny) var. *fimbriata* (Brady); *G. foshi* Cushman and Ellisor; *G. praemenardii* Cushman and Stainforth; *G. capdevilensis* Cushman and Bermudez; *G. membranacea* (Ehrenberg); *G. compressa* (Plummer); *G. lehneri* Cushman and Bermudez”.

DIAGNOSIS: *Globorotalia* se caracteriza por su concha trocoespiral y su abertura extraumbilical.

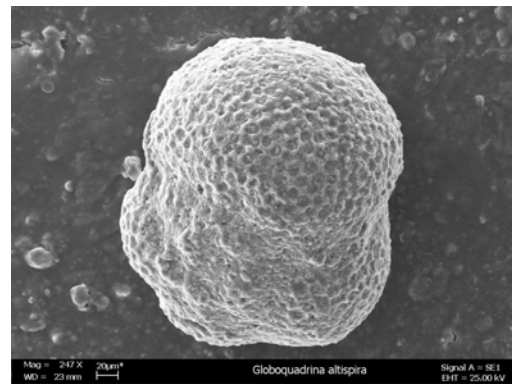
***Orbulina* d’Orbigny, emend. Blow, 1956**



TYPE DESCRIPTION:[Blow, 1956, loc. cit.]: “Emended diagnosis. – Test usually spherical, with early stages like *Globigerina* [d’Orbigny, 1826]. Last chamber globular, partially or completely enveloping the earlier ones. Apertures multiple, often a series of rounded openings that are distributed over the area of the last chamber; some but not all of the apertures may be present in the suture separating the last chamber from the earlier ones. Wall calcareous, composed of more than one layer, with numerous regularly arranged minute perforations. Surface finely or coarsely cancellate”.

DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por ser esférica y por su textura cancelada.

***Globoquadrina altispira* (Cushman and Jarvis) subsp. *Globosa* Bolli, 1957.**

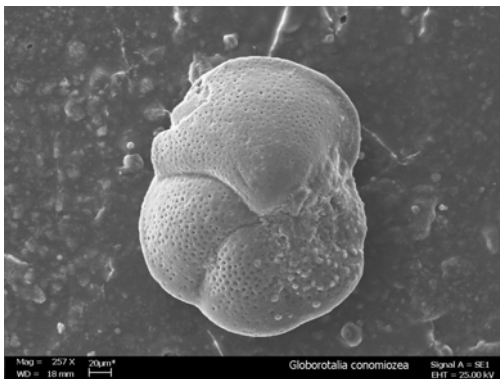


TYPE DESCRIPTION: “Shape of test medium to high trochospiral; the equatorial periphery distinctly lobate. Wall calcareous, perforate, surface finely pitted, with short spines on well – preserved specimens (fig. 10 a –c). Chambers spherical to very slightly compressed laterally, fifteen to twenty, arranged in three to four whorls; the five or six chambers of the last whorl increase moderately in size. Sutures on spiral side radial, depressed; on umbilical side radial, depressed. Umbilicus fairly wide, deep. Aperture high, convered above by an elongate, toothlike flap; interiomarginal, umbilical. Coiling random in the *Catapsydrax dissimilis* zone, later becoming predominantly sinistral (as are also *Globoquadrina altispira* (Cushman and Jarvis) subsp. *altispira* (Cushman and Jarvis) [*Globigerina altispira*, 1936] and *Globoquadrina dehiscens* (Chapman, Parr, and Collins) [*Globorotalia dehiscens*, 1934]; see Bolli, 1951, Cushman Found. Foram. Res., Cotr., vol. 5, pt. 1, pp. 1-3. Largest diameter of holotype (fig. 9a-c) 0.7 mm”.

TYPE LEVEL: lowermost Miocene

DIAGNOSIS: *Globoquadrina altispira globosa* difiere de *Globoquadrina dehiscens* en su concha menos angular, sus cámaras más globosas y su baja espira.

***Globorotalia conomiozea* Kennett, 1982**

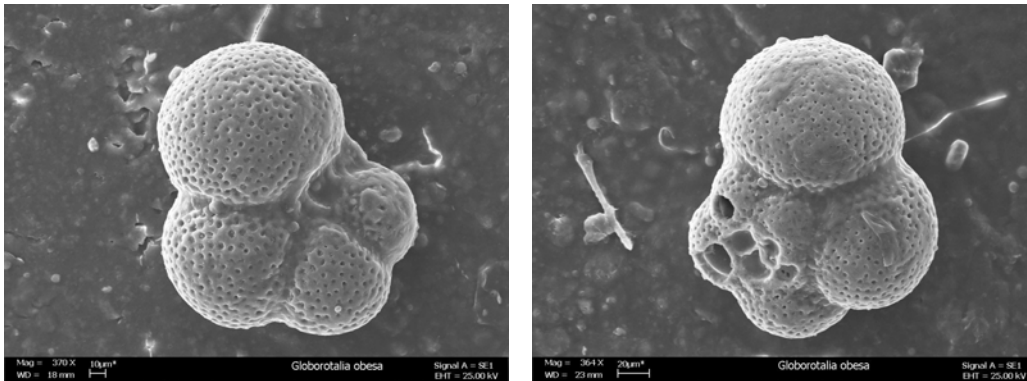


TYPE DESCRIPTION: “Test markedly plano – conical, moderately hispid, with a distinct peripheral keel, chambers strongly embracing, usually 4 in final whorl, chambers on ventral side elongated to form a prominent angular peak, tightly coiled with umbilicus usually reduced or absent, aperture typically a low elongate slit with a distinct lip, ventral sutures gently recurved. Dominant coiling direction can be either sinistral or dextral. Dimensions. – holotype, greatest diameter, 0.65”.

TYPE LEVEL: Lowermost Pliocene.

DIAGNOSIS: Se caracteriza por su aspecto cónico en vista ecuatorial, su umbilico estrecho, suturas curvadas y sus poros diminutos.

***Globorotalia obesa* Bolli, 1957**

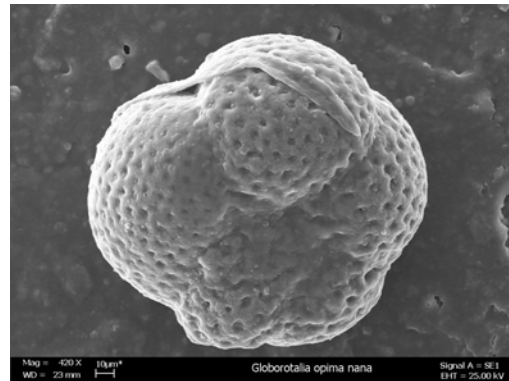
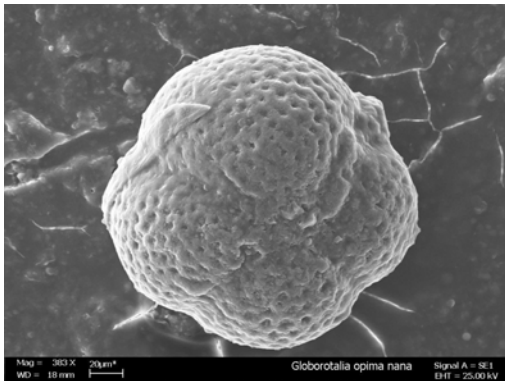


TYPE DESCRIPTION: “Shape of test very low trochospiral; equatorial periphery strongly lobate; axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface finely pitted, in well- preserved specimens with fine, short spines. Chambers strongly inflated, spherical; ten to twelve, arranged in two to two and one – half whorls; the four to four and one – half chambers of the last whorl increase rapidly in size. Sutures on spiral side radial, strongly depressed; on umbilical side radial, strongly depressed. Umbilicus fairly wide, deep. Aperture a medium to high arch without lip or rim; interiomarginal, umbilical- extraumbilical. Coiling random. Largest diameter of holotype (fig. 2 a-c) 0.5 mm”.

TYPE LEVEL: Miocene, lowermost Miocene

DIAGNOSIS: Se caracteriza por tener cuatro cámaras en la última vuelta incrementando rápidamente de tamaño, separadas por suturas muy deprimidas. *Globorotalia obesa* difiere de *Globorotalia mayeri* por tener menos y mas infladas cámaras en la última vuelta.

***Globorotalia opima* Bolli subsp. *nana* Bolli, 1957**



TYPE DESCRIPTION: “Shape of test very low trochospiral; equatorial periphery slightly lobate, of a somewhat quadrangular aspect in fourchambered specimens; axial periphery rounded. Wall calcareous, perforate, surface finely pitted. Chambers spherical; about ten, arranged in about two whorls; the four or five chambers of the last whorl increase fairly rapidly in size. Sutures on spiral side radial, depressed; on umbilical side radial, depressed. Umbilicus narrow, deep. Aperture a low arch, a rim or lip is often present; interiomarginal, umbilical – extraumbilical. Coiling random. Largest diameter of holotype 0.3 mm”.

TYPE LEVEL: Oligocene.

DIAGNOSIS: *Globorotalia opima nana* es distinguida de *Globorotalia mayeri* por su concha más gruesa y por tener 4 cámaras en la última vuelta en lugar de 6.

***Globorotalia opima* Bolli subsp. *opima* Bolli, 1957**



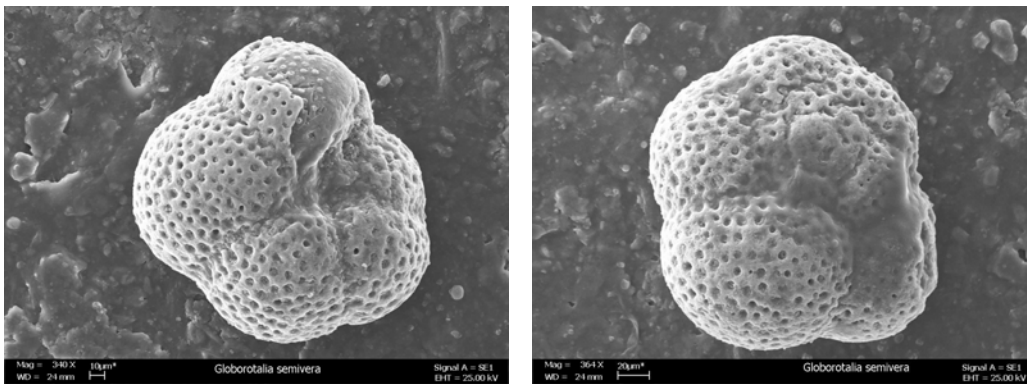
TYPE DESCRIPTION: “Shape of test very low trochospiral; equatorial periphery slightly lobate; axial periphery rounded; due to the rapid increase in the size of chambers in the last whorl, the spiral side often appears slightly concave. Wall

calcareous, perforate, surface finely pitted. Chambers spherical, ten to twelve, arranged in about two and one – half whorls; the four or five chambers of the last whorl increase rapidly in size. Sutures on spiral side radial, depressed; umbilical side radial, depressed. Umbilicus narrow, deep. Aperture a fairly low arch; a slight rim or lip is only occasionally observed; interiomarginal, umbilical – extraumbilical. Coiling random. Largest diameter of holotype (fig. 1 a- c) 0.55 mm”.

TYPE LEVEL: Oligocene.

DIAGNOSIS: *Globorotalia opima opima* difiere de *Globorotalia opima nana* en el mayor tamaño de su concha.

***Globigerina semivera* Hornibrook, 1961**

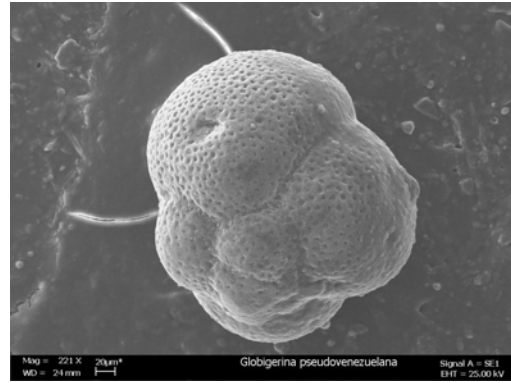


TYPE DESCRIPTION: “test of moderate to small size, relatively plan dorsally, consisting of up to three whorls of spherical chambers increasing in diameter very rapidly in the third whorl, which has four to four and one-half chambers. Sutures radial, straight, tending to be a little incised. Aperture a wide, arched, rimmed opening in the plane of coiling, usually extending into the umbilical area. Test wall coarsely perforate, the pores surrounded by distinct rims, which are connected forming a strong hexagonal pattern. Dimensions of holotype, diameter 0.41” mm.

TYPE LEVEL: Holotype from a brown sandstone at the top of the section at campbells beach, all Day Bay, 97° from Trig. V, Otepopo S. D., N. Z. M. S. 1, sheet S136 (Provisional Edition 1943), Grid. Ref. 478554, South Island, New Zealand.

DIAGNOSIS: *Globorotalia semivera* es distinguida de *Globorotalia mayeri* por su lado dorsal más plano, su contorno más redondeado y sus cámaras más globosas.

***Globigerina yeguaensis* Weinzierl and Applin subsp. *pseudovenezuelana* Blow and Banner, 1962**

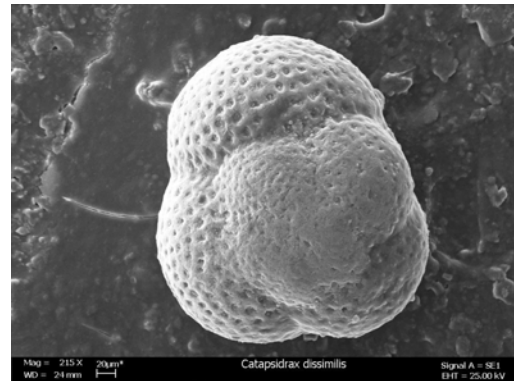
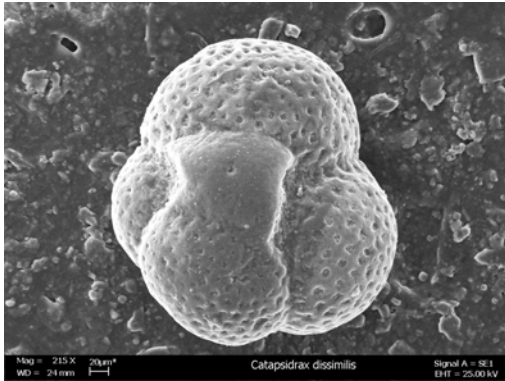


TYPE DESCRIPTION: “Diagnosis. – The fairly large test consists of about three whorls of rapidly enlarging, moderately inflated, partially embracing chambers which are coiled in a low trochospire with about four chambers in each whorl. The equatorial profile of the test is subcircular to subquadrate and the equatorial periphery is weakly lobulate. The axial profile of the test is broadly ovoid and the axial periphery is broadly rounded. The chambers are ovate in both ventral and axial views; in dorsal view, the chambers are initially semicircular. The test, like the later chambers, is depressed and is much more strongly convex ventrally than dorsally. All the sutures are distinctly depressed. The dorsal intercameral sutures meet the strongly lobulate spiral suture almost at right angles; initially they are curved, but become subradial during ontogeny. The ventral umbilicus is moderately broad, open and deep; it is clearly delimited by the steeply sloping apertural faces of the last and penultimate chambers and the umbilical margins of the earlier chambers. The apertural face is narrow, distinctly flattened and is parallel to the axis of coiling, directly facing the umbilicus. The aperture is furnished with a very strongly developed flap – like lip which often projects over almost half the width of the umbilicus. The lip may be broad throughout its length, but it is always distinctly broadest at its mid- point; sometimes the lip is of distinct triangular shape (‘umbilical tooth’). Relict apertures, with their umbilical teeth, may be seen within the umbilicus. The wall of the test is fairly thick, moderately coarsely perforate and is uniformly and fairly coarsely hispid”.

TYPE LEVEL: middle Upper Eocene, Middle Eocene to uppermost Oligocene.

DIAGNOSIS: *Globigerina pseudovenezuelana* difiere de *Globigerina venezuelana* en tener la concha menos lisa, cámaras más infladas, suturas más marcadas y su área umbilical es menos triangular.

Catapsidrax dissimilis

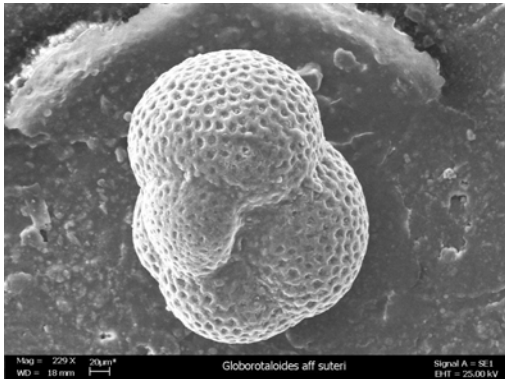


TYPE DESCRIPTION: [See *Globigerina dissimilis* Cushman and Bermudez, 1937]

DIAGNOSIS: *Catapsidrax dissimilis* se caracteriza por tener cuatro cámaras en la última vuelta y una bulla bien desarrollada cubriendo el umbilico, la concha tiene poros gruesos; aunque la bulla es de textura fina. Esta especie difiere de *Globigerina dissimilis* en tener bulla, en su contorno mas redondeado y sus cámaras mas esféricas.

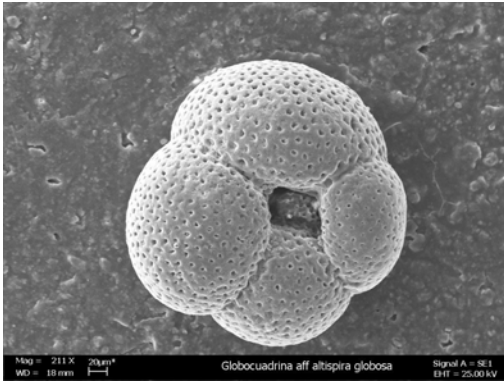
TYPE LEVEL: Oligocene

Globorotaloides aff. suteri



DIAGNOSIS: Esta especie se caracteriza por su bajo trocoespiral, es biconvexa, con superficie finamente cancelada, cámaras ovaladas, cuatro en la última vuelta, presenta suturas curvadas en el lado espiral y radiales en lado umbilical. Su umbilico es ancho pero se encuentra cubierto por una cámara abortiva. Se diferencia de *Catapsidrax dissimilis* por su contorno más elongado, las cámaras de la primera vuelta son mas pequeñas y la textura porosa de la cámara abortiva.

Globoquadrina aff. altispira globosa



DIAGNOSIS: *Globoquadrina aff. altispira globosa* esta caracterizada por su contorno circular, por tener cuatro cámaras globosas en la última vuelta, su textura perforada, suturas radiales y deprimidas, umbilico ancho y profundo con dientes. Difiere de *Globoquadrina altispira globosa* en su trocoespiral más bajo, en tener menos vueltas y menos cámaras en la última vuelta.

ANEXO 1. SÍNTESIS PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Litología (Suárez,1990)	Muestra	Profundidad	Peso de muestra preparada (gr)	Peso de muestra recuperada (gr)	Peso de muestra residuo o recuperada en el tamiz # 20 (gr)	Numero de foraminíferos Recuperados	Peso de arcilla presente en la Muestra (gr)
Alteración de conjuntos de arcillolita con niveles de arenita y conglomerado predomina la lodolita F. Angosturas	1	2110-2140	41,66	7,90	3,52	73	30,24
	2	2170-2200	42,65	8,55	3,4	129	30,7
	3	2230-2260	41,66	9,40	3,2	351	29,06
	4	2260-2280	45,65	4,50	1,98	358	39,17
Conglomerados y arenitas con frecuentes niveles delgados de arcilla y limolita fragmentos de tobas. F. Naya	5	2320-2340	54,52	6,32	3,48	350	44,72
	6	2380-2400	45,59	6,50	11,35	280	27,74
	7	2440-2460	60,98	7,89	6,78	243	46,31
	8	2500-2520	59,00	7,59	5,74	38	45,67
	9	2540-2560	50,59	4,60	1,35	43	44,64
	10	2640-2660	48,45	7,90	2,6	107	37,95
	11	2720-2740	55,00	6,00	6,6	357	42,4
	12	2800-2820	72,62	10,95	11,6	175	50,07
	13	2900-2930	44,64	3,05	1,68	9	39,91
	14	2970-3000	57,42	6,80	3,66	142	46,96
	15	3030-3060	53,60	8,06	9,3	26	36,24
	16	3090-3110	55,10	6,52	4,28	59	44,3
	17	3140-3170	64,15	11,50	7,4	33	45,25
	18	3200-3230	49,28	5,90	3,3	43	40,08
19	3260-3290	61,75	21,10	7,1	33	33,55	
20	3350-3360	56,87	5,68	14,18	11	37,01	
21	3380-3390	43,96	2,36	2,63	1	38,97	
22	3430-3450	58,40	7,42	2,8	7	48,18	
Arcillolita con escasas intercalaciones de arenitas y limolitas. F. Cayapas	23	3490-3510	59,62	9,17	3,43	80	47,02
	24	3550-3570	62,80	1,48	0,5	113	60,82
	25	3610-3630	55,00	0,57	0,28	83	54,15
	26	3660-3690	56,50	0,40	0,4	20	55,7
	27	3720-3750	48,80	0,38	0,3	10	48,12
	28	3780-3810	56,40	0,65	0	117	55,75
	29	3840-3870	48,20	0,93	0,3	332	46,97
	30	3900-3930	53,80	0,60	0,15	28	53,05
	31	3960-3990	51,78	0,77	0,12	248	50,89
	32	4020-4050	55,89	0,50	0	279	55,39
	33	4080-4110	55,35	0,72	0,4	176	54,23
	34	4140-4170	65,40	0,82	0	300	64,58
	35	4200-4230	59,76	0,60	0,3	184	58,86
	36	4260-4290	56,29	0,58	0	302	55,71
37	4320-4350	58,92	0,63	0	370	58,29	
38	4380-4410	59,71	0,88	0,1	246	58,73	
39	4440-4470	60,74	1,00	0	294	59,74	
40	4500-4530	58,74	0,67	0	307	58,07	
41	4590-4620	47,78	0,88	0	40	46,9	
Alternancia de lodolitas, arenitas y calizas. Estratigrafía fina	42	4680-4710	53,35	0,94	0	357	52,41
	43	4800-4830	60,05	3,08	0	346	56,97
	44	4920-4950	61,31	1,34	0	167	59,97
	45	5130-5160	53,00	1,30	0	294	51,7
	47	5370-5380	50,34	0,61	0	188	49,73
49	5610-5620	51,62	1,75	0	141	49,87	
Total de foraminíferos extraídos						7890	

Las casillas sin color en la tabla representan las muestras que no se tomaron en cuenta para la clasificación taxonómica de los foraminíferos.

Promedio del peso de la muestra preparada = 54,57 gr.

Desviación estándar = 6,641 gr.

Promedio del peso de arcilla por muestra = 47,72 gr.

Desviación estándar = 9,270126 gr.

ANEXO 4. SINTESIS DE PARAMETROS PARA EL CALCULO DE PALEOBATIMETRIAS

Muestra	Profundidad (ft)	Nº de Foraminíferos Planctónicos	Nº de Foraminíferos Bentónicos	Nº de Marcadores de Stress	% Planctónicos	Paleo-profundidad	Nº foraminíferos por muestra
1	2110-2140	32	34	7	54,2372881	245,654423	73
2	2170-2200	27	69	33	42,8571429	164,309432	129
3	2230-2260	240	90	21	77,6699029	562,299355	351
4	2260-2280	252	83	23	80,7692308	627,387653	358
5	2320-2340	228	96	26	76,5100671	539,717455	350
6	2380-2400	200	61	19	82,6446281	670,377614	280
7	2440-2460	95	124	24	48,7179487	202,122168	243
8	2500-2520	9	24	5	32,1428571	112,517478	38
9	2540-2560	4	32	7	13,7931035	58,8286085	43
10	2640-2660	46	51	10	52,8735632	234,096102	107
11	2720-2740	277	60	20	87,3817035	792,545091	357
12	2800-2820	128	36	11	83,6601307	694,872948	175
13	2900-2930	1	7	1	14,2857143	59,8617144	9
14	2970-3000	69	58	15	61,6071429	318,740225	142
15	3030-3060	9	17	0	34,6153846	122,791487	26
16	3090-3110	25	28	6	53,1914894	236,741123	59
17	3140-3170	16	12	5	69,5652174	422,257274	33
18	3200-3230	12	25	6	38,7096774	141,908148	43
19	3260-3290	10	18	5	43,4782609	167,955949	33
20	3350-3360	2	8	1	22,2222222	79,2425446	11
21	3380-3390	1	0	0	100	1237,91031	1
22	3430-3450	3	4	0	42,8571429	164,309432	7
23	3490-3510	42	31	7	63,6363636	342,437477	80
25	3610-3630	61	18	4	81,3333333	640,020368	83
28	3780-3810	48	63	6	45,7142857	181,766493	117
29	3840-3870	223	94	15	73,8410596	491,136968	332
31	3960-3990	191	53	4	79,5833333	601,637437	248
33	4080-4110	130	40	6	79,2682927	594,976235	176
35	4200-4230	124	51	9	74,6987952	506,252432	184
37	4320-4350	288	74	8	79,4258373	598,29808	370
39	4440-4470	172	104	18	81,3559322	640,53172	294
43	4800-4830	261	75	10	80,0613497	611,88729	346
45	5130-5160	172	104	18	66,6666667	381,145046	294
49	5610-5620	80	52	9	65,0406504	359,860546	141

Las muestras de color son las utilizadas para el cálculo de paleobatimetría en el pozo Remolino Grande-1 según rarefacción.

ANEXO 6

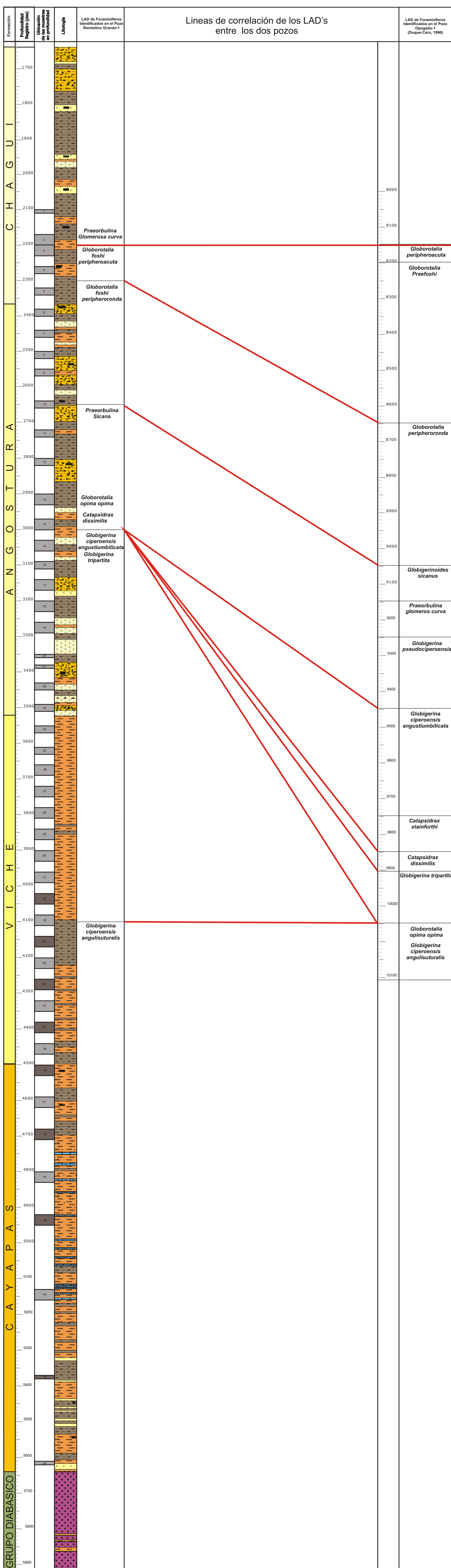
PATRONAMIENTO BIOESTRATIGRAFICO POZO REMOLINO GRANDE-1 SUBCUENCA DE TUMACO
CORRELACIONES POR LAD's ENTRE LOS POZOS
REMOLINO GRANDE-1 Y OPOGADO-1



Pozo: Remolino Grande-1
Cuenca: Tumaco
Compañía: Ecopetrol
Autores: Peñalosa, D.; Sánchez, N.

Analizó: ECOPETROL - I.C.P
Profundidad: 1640'-5860'
Escala: 1 : 1905
Fecha: Enero de 2006

S 536.05 Km N



CONVENCIONES

LITOLÓGICAS

<ul style="list-style-type: none"> Arenisca Arenisca Conglomeratica Conglomerado Arenoso y lodoso 	<p style="text-align: center;">Siliciclásticas</p> <ul style="list-style-type: none"> Limolita Arcillolita 	<ul style="list-style-type: none"> Arcillolita Pizarrosa Calcarea Carbón Roca Ignea 	<ul style="list-style-type: none"> Arenisca Calcarea Arcillolita Calcarea Caliza
---	---	---	--

CONTACTOS

- Superficie de inconformidad
- Neto Inferido
- Línea de correlación

Anexo 7

PATRONAMIENTO BIOESTRATIGRAFICO POZO REMOLINO GRANDE-1 SUBCUENCA DE TUMACO

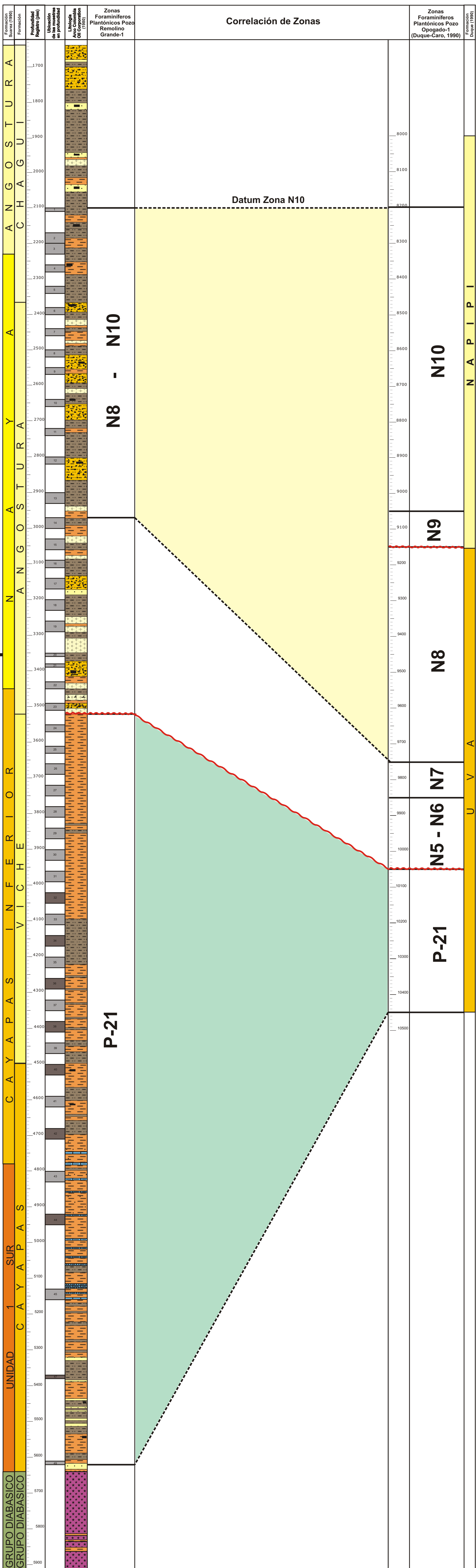
COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL POZO REMOLINO GRANDE-1 Y CORRELACION DE BIOZONAS CON EL POZO OPOGADO-1



Pozo: Remolino Grande-1
 Cuenca: Tumaco
 Compañía: Ecopetrol
 Autores: Peñalosa, D.; Sánchez, N.

Analizó: ECOPETROL - I.C.P
 Profundidad: 1640'-5860'
 Escala: 1 : 1905
 Fecha: Enero de 2006

S 536.05 Km N



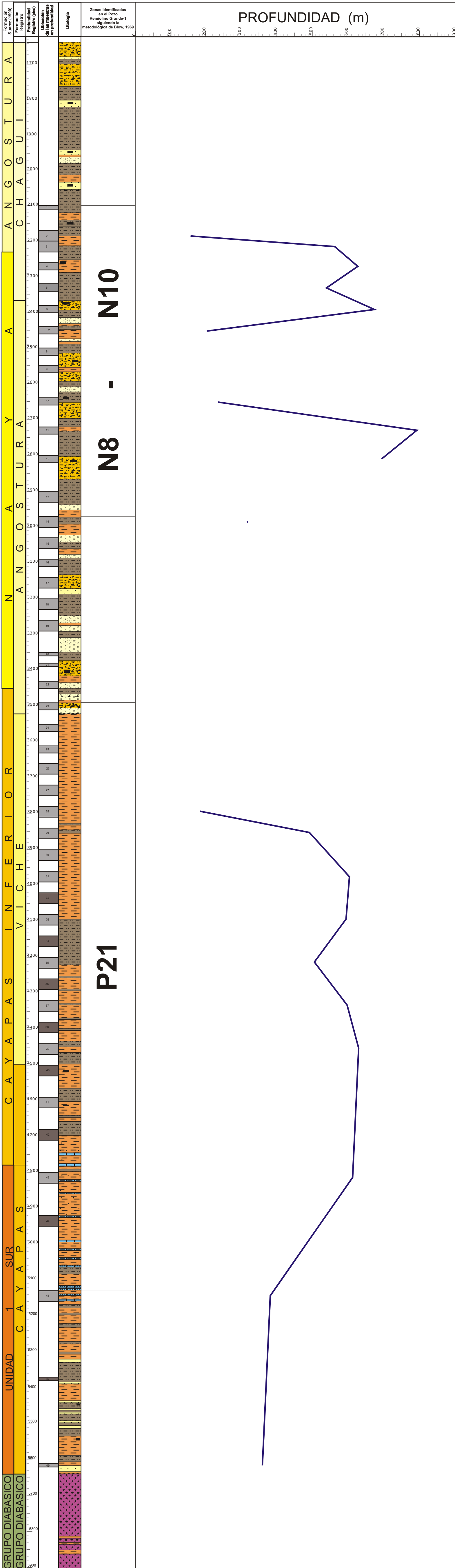
PATRONAMIENTO BIOESTRATIGRAFICO POZO REMOLINO GRANDE-1 SUBCUENCA DE TUMACO

PALEOBATIMETRIA, ZONIFICACION Y COLUMNA ESTRATIGRAFICA



Pozo: Remolino Grande-1
Cuenca: Tumaco
Compañía: Ecopetrol
Autores: Peñalosa, D.; Sánchez, N.

Analizó: ECOPETROL - I.C.P
Profundidad: 1640'-5860'
Escala: 1 : 1905
Fecha: Enero de 2006



CONVENCIONES

LITOLÓGICAS

CONTACTOS

	Superficie de inconformidad
	Neto
	Inferido