

ROBERTSON RESEARCH (U.S.) INC.

(DEPARTAMENTO DE BIOSTRATIGRAFIA)

COMENTARIOS BIOSTRATIGRAFICOS
EN RELACION AL TERCIARIO EN
AREAS ADYACENTES
A LOS ANDES COLOMBO-VENEZOLANOS

POR

ENRIQUE GONZALEZ GUZMAN
HOUSTON, TEXAS
JUNIO 1985

LISTA DEL CONTENIDO

	<u>PAG.</u>
1. INTRODUCTION	1
2. OBJECTIVOS	2
3. TECNICAS	3
a) Palinología	3
b) Dataciones	4
c) Interpretaciones, Metodología	5
d) Kerogeno, Interpretación	7

GEOLOGIA

4. NOTAS SOBRE AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LAS FORMACIONES MIRADOR Y MISOA. (TIBU Y CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO).	10
5. NOTAS GEOLOGICAS DE LA CUENCA APURE-BARINAS	12
6. NOTAS SOBRE SEDIMENTOS EOCENICOS EN LA CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA	13
7. DISCUSION	14
8. CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS	18

FIGURAS: 19

1. INTRODUCCION

Con motivo del Segundo Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas" se presenta la siguiente exposición la cual tiene como objetivo el dar una idea muy generalizada de la metodología actualmente utilizada en el campo biostratigráfico con especial énfasis en la palinostratigrafía y la aplicación de la misma como una herramienta de trabajo en la exploración de hidrocarburos en las Cuencas Subandinas. Se hacen breves descripciones de los sistemas, modelos e interpretaciones de los mismos con énfasis en los ambientes sedimentarios durante el Terciario de varias cuencas Subandinas. Comentarios sobre secuencias deltáicas durante el Eoceno y Oligoceno de los depósitos de las Cuencas en los Llanos Colombo-Venezolanos y el área de Tibú-Maracaibo serán brevemente revisados.

2. OBJETIVOS

Debido a la gran dominancia de ambientes sedimentarios de tipo continental y principalmente fluvio-deltáicos presentes en varias de las cuencas Colombo-Venezolanas, se considera que es importante el explicar los conceptos básicos dentro de la rama de la palinostratigrafía, incluyendo la metodología para la interpretación de tales ambientes dentro de la secuencias sedimentarias. Especificamente es mas que todo una base explicatoria para "non palinólogos" la cual ayudará a entender mejor el concepto de la bioestratigrafía y su aplicación en la geología regional concerniente a las areas exploratorias. En referencia a secuencias deltáicas durante el Terciario se hace referencia a los deltas del Eoceno en la Cuenca de maracaibo y Llanos Colombo-Venezolanos los cuales son objetivos de intensa exploración de hidrocarburos, y se atentará a definir la situacion estratigráfica conflictiva que existe dentro de la Formación Mirador.

3. TECNICAS

a) Palinología

Palinología es una de las técnicas mas usadas dentro de las cuencas en las áreas Subandinas, debido simplemente al caracter continental de los sedimentos. La palinología dentro de la industria petrolera operando en las áreas subandinas fué por primera vez exitosamente aplicada en 1945, para resolver varios de los problemas existentes dentro de las secuencias complejas deltáicas de la Cuenca del Lago de Maracaibo.

Estudios palinológicos principiaron a efectuarse en Colombia bajo la dirección del profesor Th. Van Der Hammen en 1951, con base en el Instituto Geológico nacional de Bogotá. Sus publicaciones en 1954 sobre el Cretácico más Superior y Terciario representan los primeros trabajos de la región al Norte de Sur América.

Resultados palinológicos iniciales efectuados por la industria petrolera se dieron a conocer en 1955 por los palinólogos en ese tiempo operando en Venezuela.

Entre los años 1957 y 1968 el incremento de estudios palinológicos y su aplicación dentro de la industria petrolera tuvo considerable desarrollo dentro del conocimiento actual de la palinología en áreas Suramericanas (vérese referencias). Uno de los trabajos mas importantes es el publicado por Germeaad, Hopping y Muller (1968); En este trabajo los autores crean una zonación basada en rangos estratigráficos de las formas individuales de especies seleccionadas en las áreas del Caribe, Nigeria y Borneo. Desde hace unos años el incremento exploratorio en búsqueda de hidrocarburos en áreas Suramericanas a dado como resultado un avance en las diferentes ramas técnicas de la palinología y los usos de las mismas para la aplicación dentro de la biostratigrafía, sedimentología y geoquímica.

PALYNOL. HORIZONS	AREAS STUDIED						PLANKTONIC FORAMINIFERA HORIZONS	AGE	
	COL.	VENEZUELA			TRIN.	NIG.			BORN.
		W	FALC.	E					
BASE E. MCNEILLYI		N OBS	N OBS			N KN	N KN.	BASE P. OBLIQUELOC.	PL
BASE M. FORMOSUS							N PR.	± TOP G. NEPENTHES	N
BASE E. SPINOSUS									I
BASE G. MAGNACL.						?	N PR	TOP S. GRIMSDAL. TOP Gr. MAYERI TOP Gr. F. ROBUSTA	O
BASE C. VANRAADSH.							?	TOP Gr. FOHSI FOHSI	C
BASE P. MINIMUS	N OBS					N KN	?	TOP Gr. F. BARISAN TOP G' LA INSUETA	E
BASE V. ROTUNDIP. ± TOP C. DOROGENSIS							N PR.	TOP C. DISSIMILIS TOP Gr. KUGLERI ± TOP G. CIPEROENSIS CIPEROENSIS	M OL

FIGURE 1. Palyno-stratigraphical subdivision of the tropical Miocene deposits.

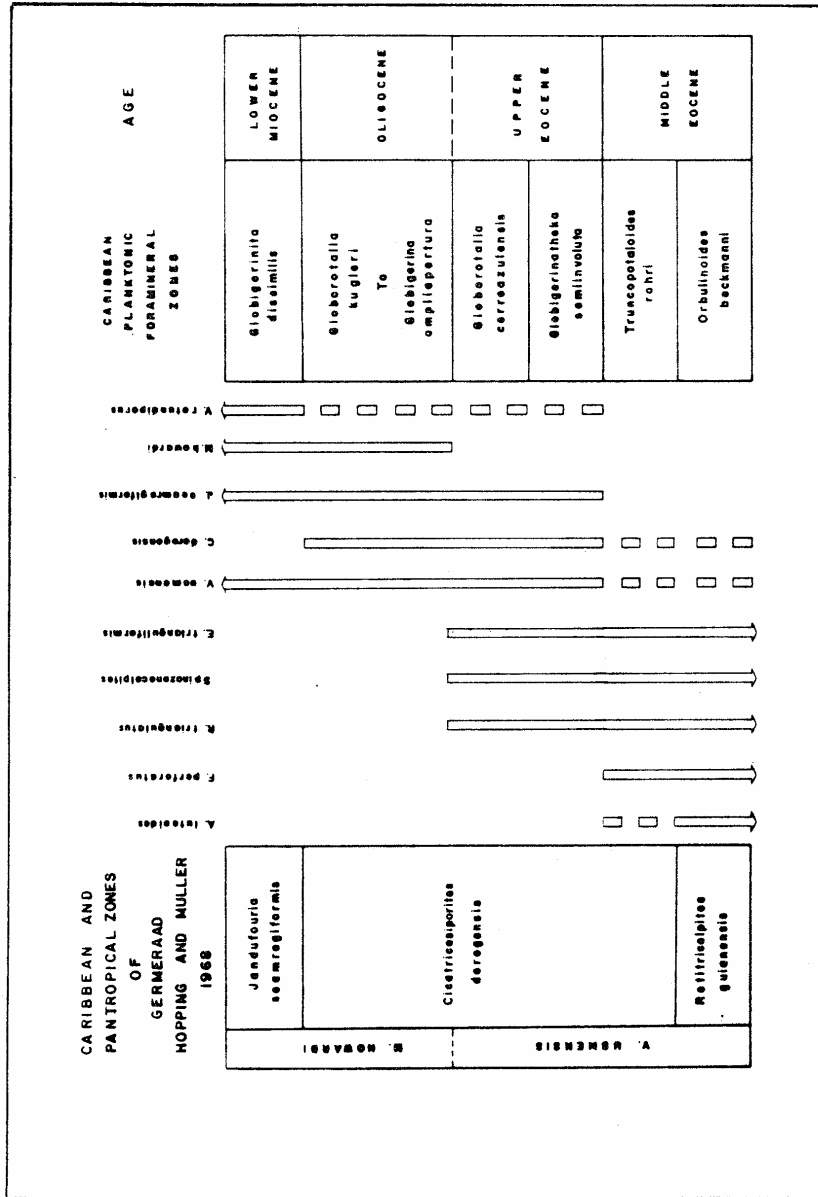


FIGURE 2. Mid Tertiary palynological zones of Northern South America (Hunter and Gonzalez, 1976).

b) Dataciones

Las determinaciones de edad por medios palinológicos obviamente se basan en muchos años de investigaciones de las provincias, sucesiones y ambientes ecológicos florísticos durante el tiempo geológico. Métodos indirectos tales como dataciones absolutas y por medio de foraminíferos y fitoplancton dentro de las secuencias estudiadas han establecido horizontes estratigráficos los cuales han permitido calibraciones (al principio por posiciones estratigráficas) y que luego con unos estudios de facies marinas hacia ambientes continentales se logró establecer las secuencias y zonas florísticas actualmente en uso.

En la figura 1, se presentan las zonas de foraminíferos planctónicos del Plioceno hasta el Oligoceno y las zonas palinológicas establecidas para las áreas del Norte de Suramérica.

En la figura 2, se presentan las zonaciones florísticas del Paleogeno junto con las zonas de los foraminíferos planctónicos. Estas zonas florales originalmente establecidas por Germeraad, Hopping y Muller, 1968 y mas tarde estudiadas en mas detalle por Hunter, González, 1976, en sedimentos de cuencas Trinitarias, Venezolanas, Colombianas, Peruanas, Ecuatorianas, y ademas a raíz de la intensa investigación de cuencas tropicales objeto de estudio de empresas privadas y gubernamentales, se puede decir que son zonas florísticas constantes y bien establecidas.

Zonas florísticas del Cretácico han sido calibradas por los mismos métodos y aún mas se han podido subdividir en más detalle debido a información obtenida por los amonites y la gran cantidad de datos del microplanctón marino no solamente en Sur América sino también en Africa y otras áreas del mundo. Exelentes ejemplos son publicados por autores Franceses y Brasileños. En figura 3, se presenta una zonación principalmente del microplanctón y esporas seleccionadas para las cuencas en los Llanos.

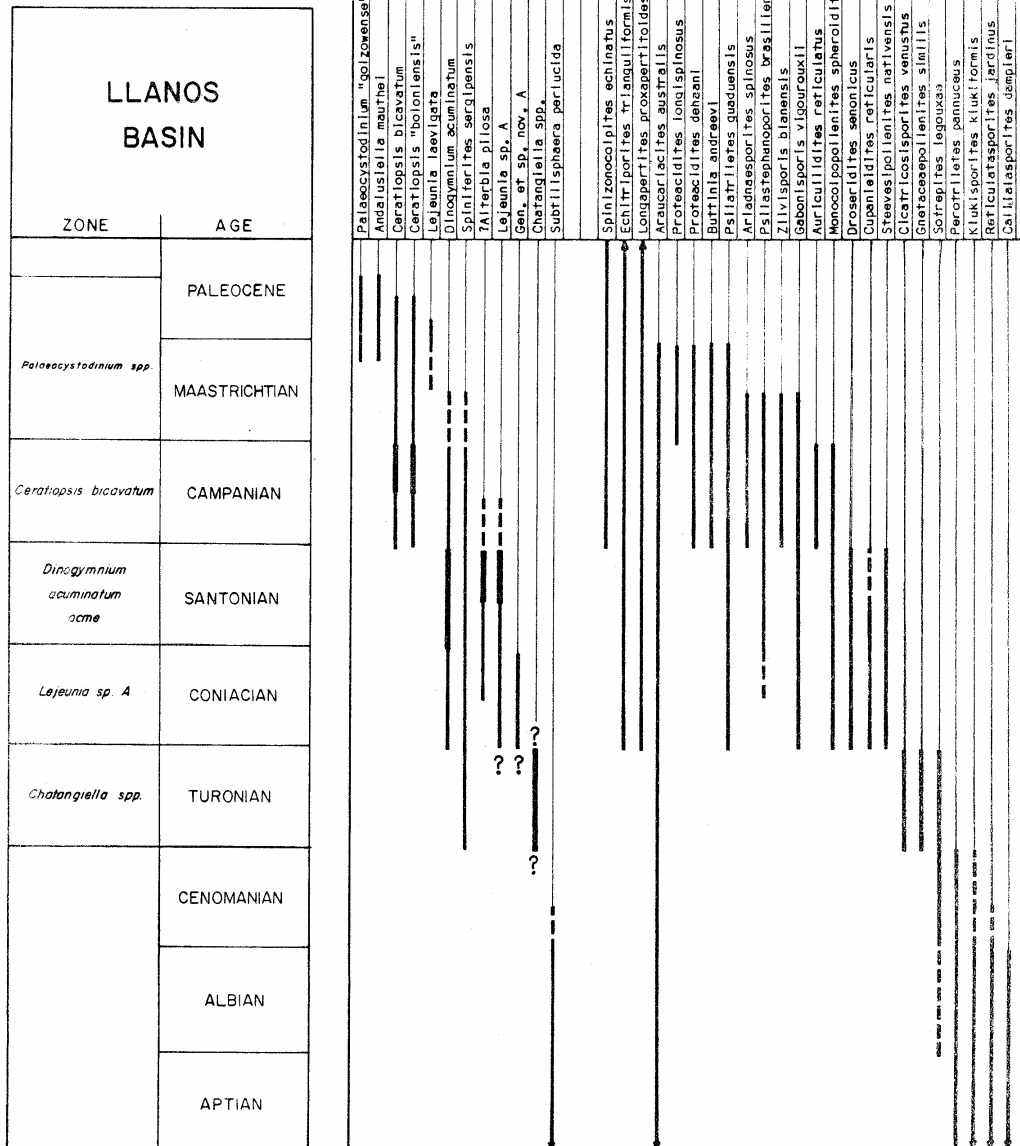


FIGURE 3. Selected microplankton, pollen and spores (Llanos Basin).
 (Robertson Research, 1983).

c) Interpretaciones

Las líneas de tiempo adquiridas por los resultados de los análisis palinológicos obviamente son de gran importancia para correlaciones estratigráficas. Sin embargo las diferentes asociaciones de palinó-morfos no solamente nos dan líneas de tiempo sino que nos están indicando eventos florísticos los cuales la mayoría de las veces pertenecen a factores ecológicos debidos a ciertos ambientes los cuales pueden ser detectados e interpretados y que son los que forman la base para reconstrucciones ambientales.

En relacion a las floras del Terciario afortunadamente existe un exelente control debido a que la mayoría de los elementos existen actualmente y por lo tanto se facilita la interpretacion ecológica y ambiental.

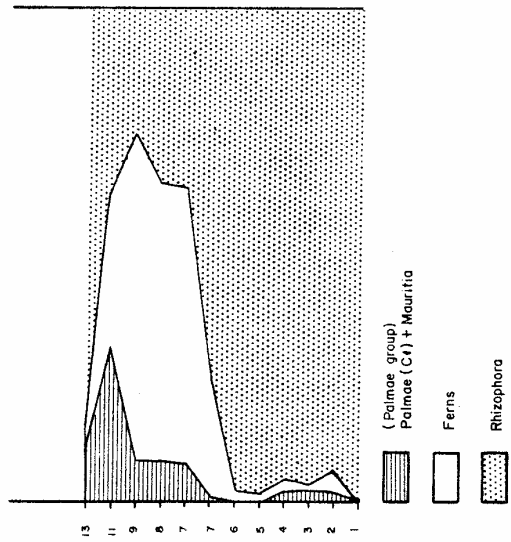
Durante el Cretácico diferentes metodologias son aplicadas simplemente porque la mayoría de los floras Cretácicas no existen hoy día.

Metodologia

Teniendo el conocimiento del ambiente en el cual se desarrollan las plantas se puede trabajar agrupando las diferentes asociaciones florales de acuerdo al ambiente.

En la fig. 4 observamos dos histogramas ilustrando las fluctuaciones de floras de agua salobre versus floras de ambientes no salobres. Es claro que en una secuencia de muestras de pozos este sistema de agrupación de grupos ecológicos nos indicará niveles "transgresivos" y "regresivos" en donde se perforaron sedimentos depositados cerca a las áreas en ese tiempo costaneras. En la fig. 5 se ilustra de una manera "artística" la misma fluctuación.

TORANI - CANAL (SECTION 1) Guyana



TIBÚ AREA Colombia

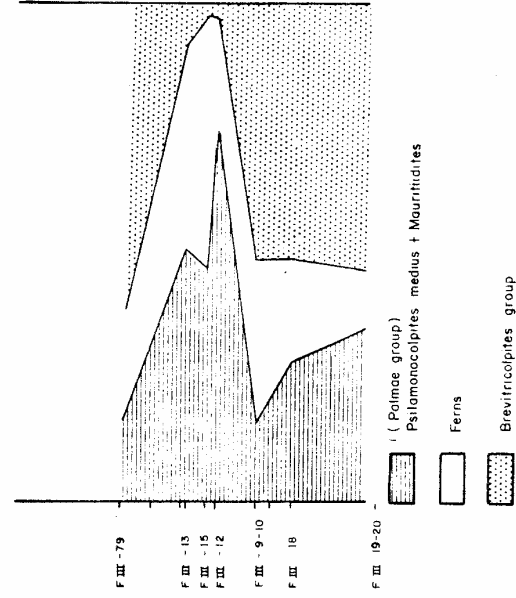


FIGURE 4. Comparison of a pollen diagram of the Quaternary of Guyana with the fluctuations in the diagram of the base of the Mirador Formation (after Gonzalez Guzman, 1967)

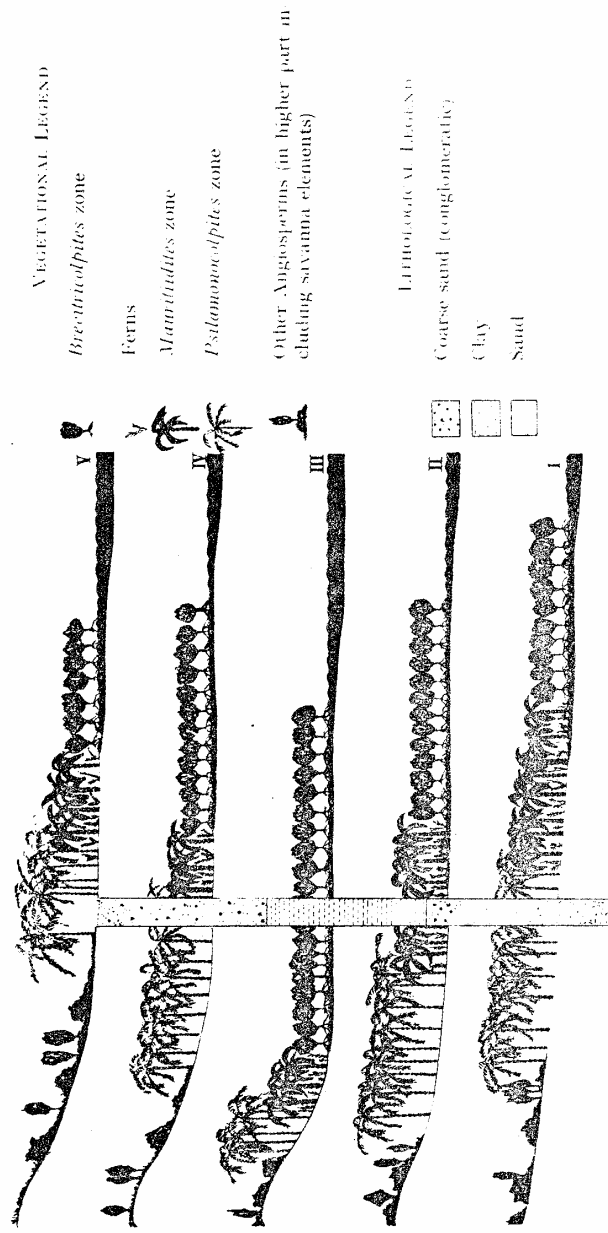


FIGURE 5. Sketch illustrating sea level fluctuation and probable shore vegetation in the transition zone between Lower and Middle Eocene (after Gonzalez Guzman, 1967).

Se ha comprobado que la distribución de palinomórfos dentro de los sedimentos es altamente controlado por los diferentes regímenes en que tales sedimentos fueron depositados. Así por ejemplo tenemos que sedimentos depositados en ambientes de baja energía (lagunas, pantanos etc.) contienen por lo general altas cantidades de material orgánico y son abundantes en su contenido de palinomórfos. Sedimentos de granos gruesos (alta energía) son por lo general poco orgánicos debido a que los palinomórfos fueron destruidos por oxidación o el mismo transporte. En otras palabras la mayoría de arcillas, lutitas y demás grupos de sedimentos de grano fino son excelentes para estudios palinológicos. Lo contrario para sedimentos de granos gruesos. La abundancia de palinomórfos por muestra, si es ploteada en un histograma, nos dará ya una idea del tipo de litologías presentes en la sección.

El transporte de palinomórfos se efectúa principalmente por medios acuíferos (ríos, quebradas etc.) y por lo tanto es uno de los mejores medios para detectar secuencias deltaicas. Muestras palinológicas que contienen elementos de diferentes asociaciones son indicadoras de posibles ambientes deltaicos; Los ríos cruzan diferentes zonas vegetacionales transportando sus palinomórfos a largas distancias para luego depositarlos en otros ambientes. Si la energía de transporte fué baja o nada (lagunas, pantanos) la muestra mostrará floras que crecieron muy cerca o alrededor del punto de origen o sea que no representan diferentes asociaciones y son de un carácter homogéneo.

En la fig. 6 se presenta un modelo de un delta atravesando las diferentes fajas o cinturones de vegetación, el cual ilustra zonas de vegetación y los diferentes ambientes. En la fig. 7 se ilustra un delta con depósitos del Mioceno, en Venezuela, y principalmente ilustrando la utilidad y aprovechamiento estratigráfico en secciones atravesando diferentes ambientes, los cuales han sido posibles de datar debido al mecanismo de transporte de los palinomórfos.

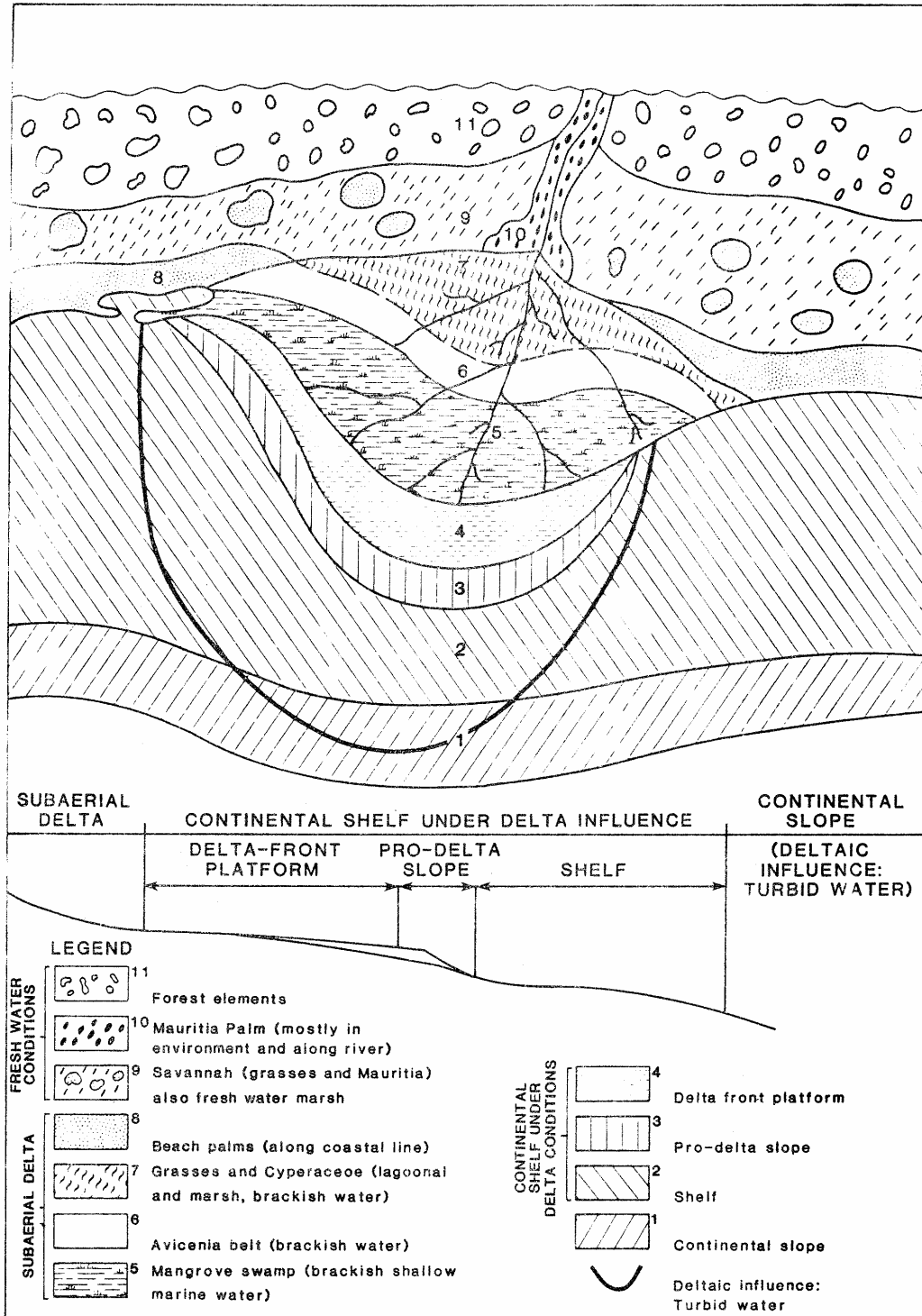


FIGURE 6. Different zonation belts along a delta model (used for palynological interpretation) (after Gonzalez Guzman).

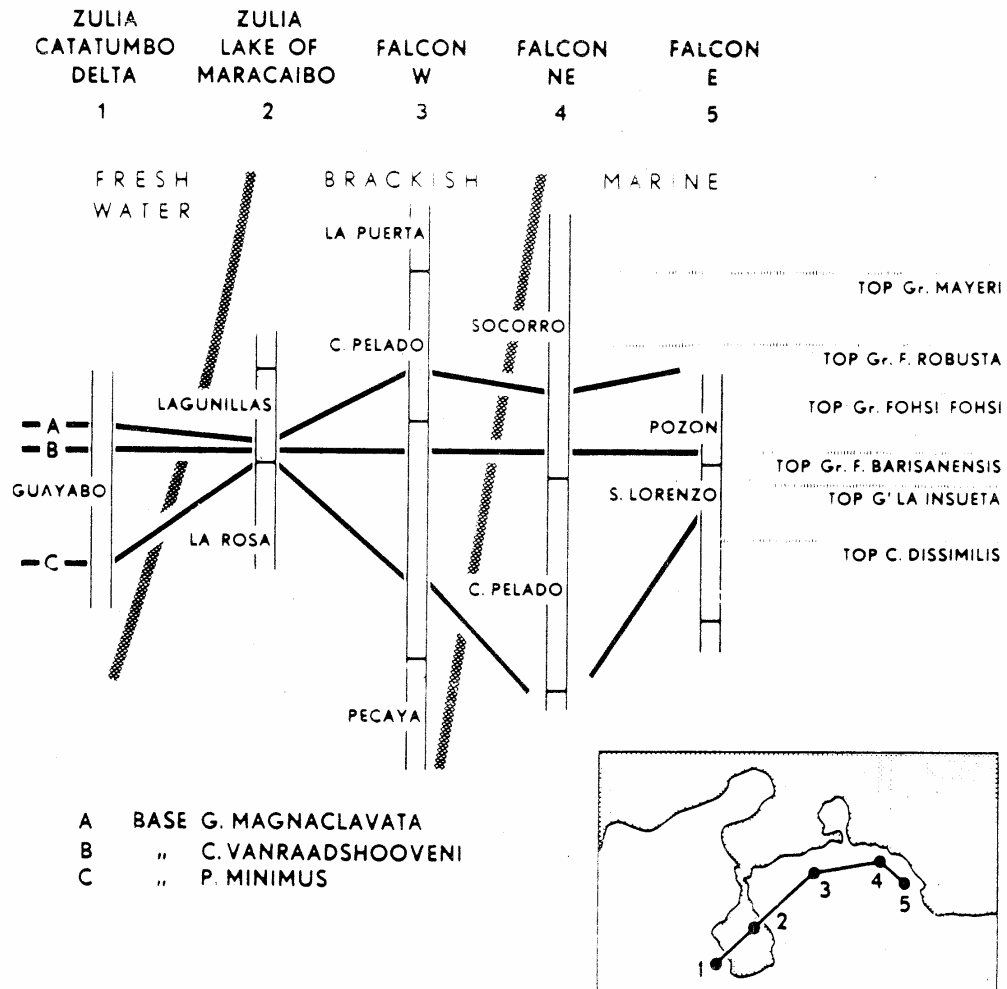


FIGURE 7. Stratigraphical correlation of Miocene deposits in Western Venezuela.

En relación a sedimentos depositados en áreas costaneras en las cuales se presentan ambientes salobres hasta de aguas poco profundas la metodología ha seguir es ilustrada en la fig. 8. Los grupos indicadores de salinidad (especialmente microplanctón ó dinoflagelados) y grupos de plantas que toleran ambientes salobres hasta salinos (como manglares) son calculados y sus porcentajes ploteados versus grupos puramente continentales. En fig. 9 se presenta una sección ilustrando una secuencia con diferentes zonas paleoambientales aplicando los indicadores de salinidad.

d) Kerogeno

Los componentes del kerógeno son originados ya sea de ambientes acuíferos (ej. microplanctón) o subáreal (debrís de plantas terrestres). La materia orgánica se acumula mucho mejor en aguas poco profundas debido a que la incorporación rápida del sedimento reduce el oxígeno evitando así que este material orgánico sea consumido por organismos. En ambientes oxidantes, degradación es común con el resultado de la consumción total de la materia orgánica.

Dentro de los diferentes tipos de kerógeno mencionaremos brevemente los siguientes:

Húmico el cual es originado de los tejidos de plantas leñosas y que incluye dos tipos de debrís; el de vitrinita y fusinita (inertinita). Las vitrinitas son formadas por humificación del tejido leñoso en condiciones húmedas y anóxicos y pueden mostrar estructuras celulares. Las inertinitas son derivadas de tejidos leñosos por medio de degradación oxidativa.

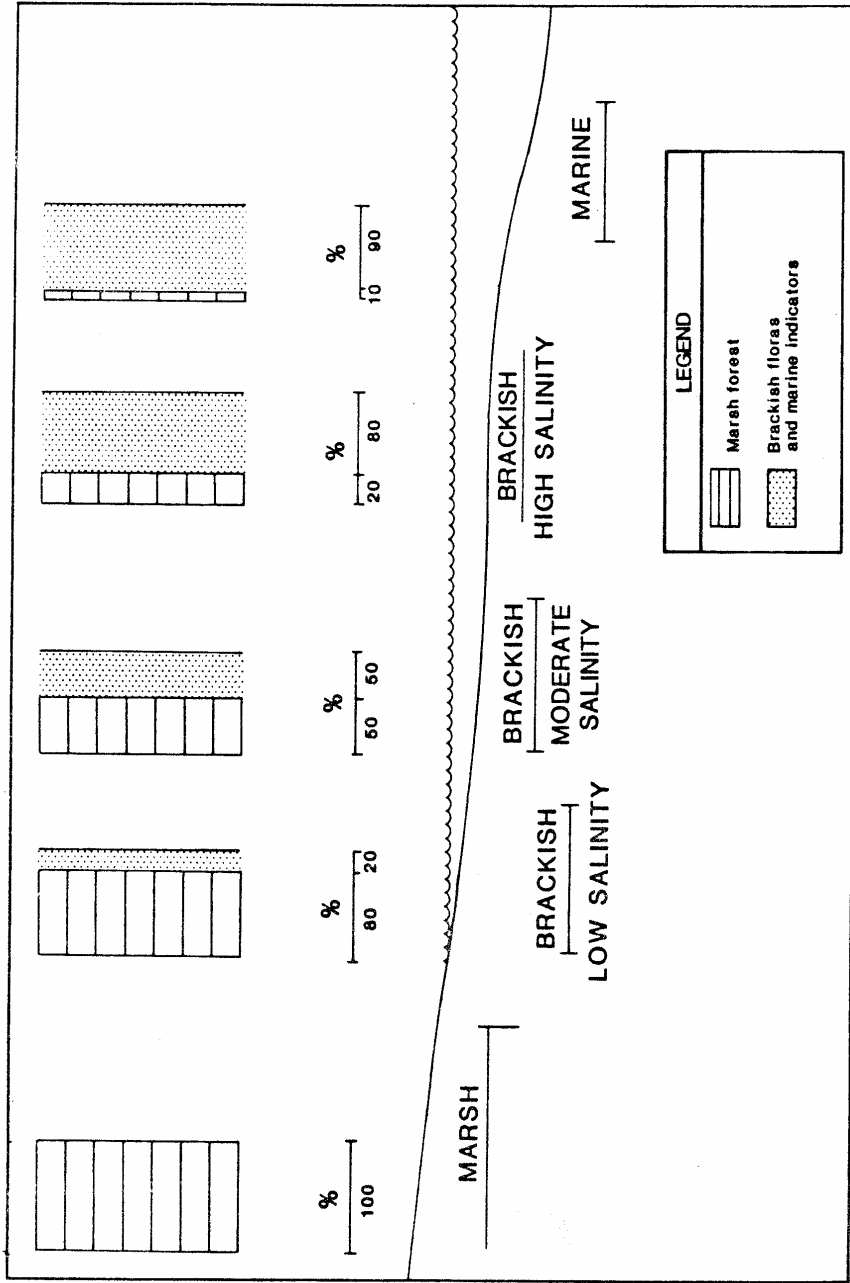


FIGURE 8. Approximate percentages of ecological groups to interpret environments. (Robertson Research, 1984).

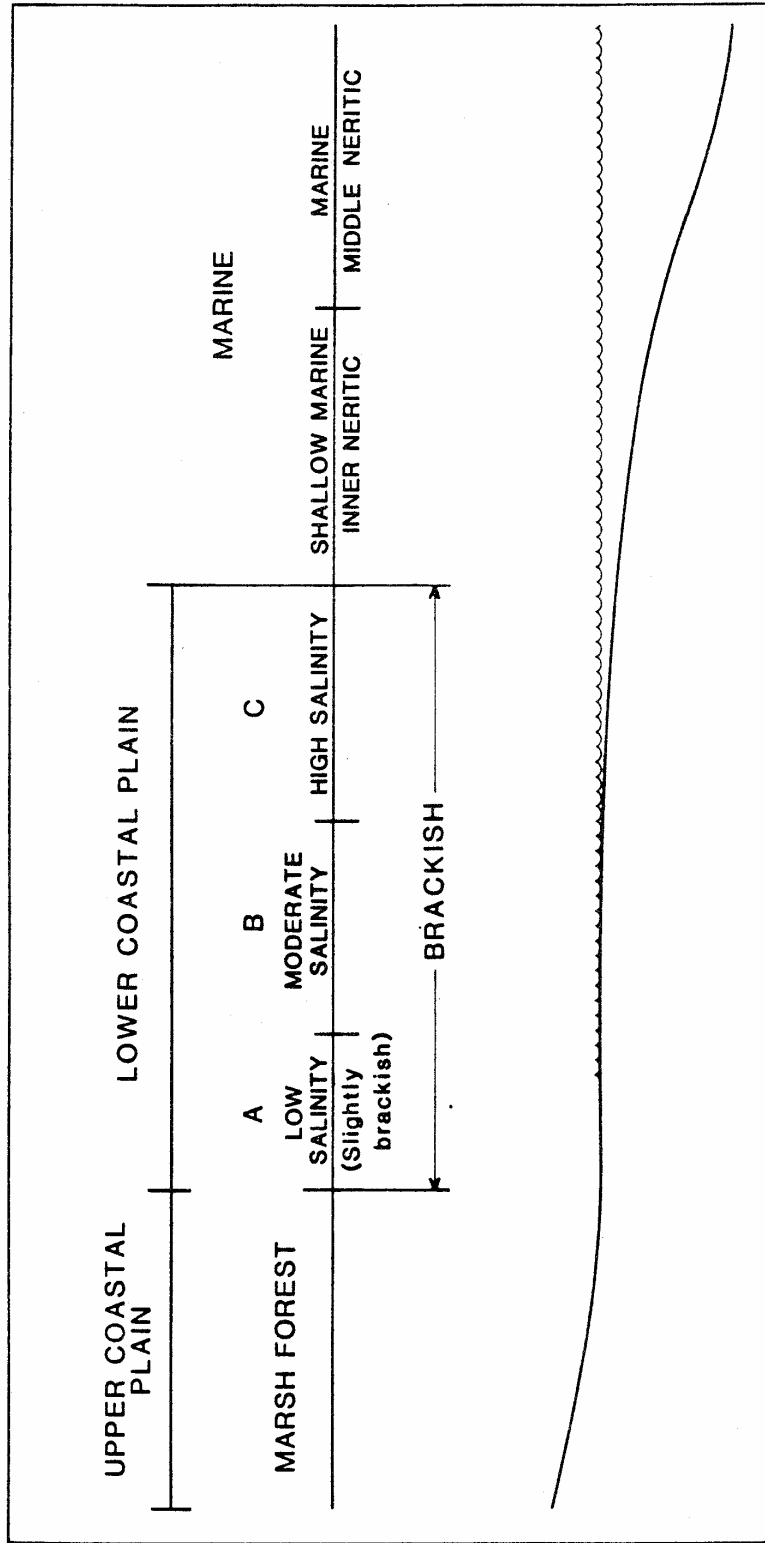


FIGURE 9. Profile showing the different paleoenvironmental zones. (Robertson Research, 1984).

Las substancias sapropelicas incluyen gran variedad de debrís de diversas afinidades botánicas como polen y esporas, dinoflagelados, acritarcos, cuerpos de algas, los cuales son preservados en ambientes anaeróbicos.

El debrís de kerógeno de tipo húmico es dominante en ambientes de agua fresca, pántanos en donde la sedimentación es en su mayoría autóctona (in situ). La mayoría de la inertinita se considera originada de ambientes pantanosos ("coal swamps").

Dentro de las substancias sapropélicas se encuentra el microplanctón que son grupos de organismos que tienen una amplia distribución en ambientes marinos y parálidos y por lo tanto la presencia de los mismos nos da directas indicaciones de ambientes salinos.

Interpretación del kerógeno en ambientes sedimentarios.

Facies continentales de relativa baja energía son dominados por kerogeno de tipo terrestre del tipo húmico y en cuyos componentes no se encuentran indicadores salinos. Material sapropélico consiste principalmente de palinomórfos del tipo de esporas y polen.

Las facies continentales de energía baja hasta moderada presentan signos de degradación física con relativamente alto contenido de material húmico y falta de indicadores salinos.

Las facies del tipo fluviomarino hasta marino de energía baja presentan en general relativamente altas cantidades de kerógeno húmico de formas angulares hasta subangulares. La degradación de tipo biológica es común. Los indi-

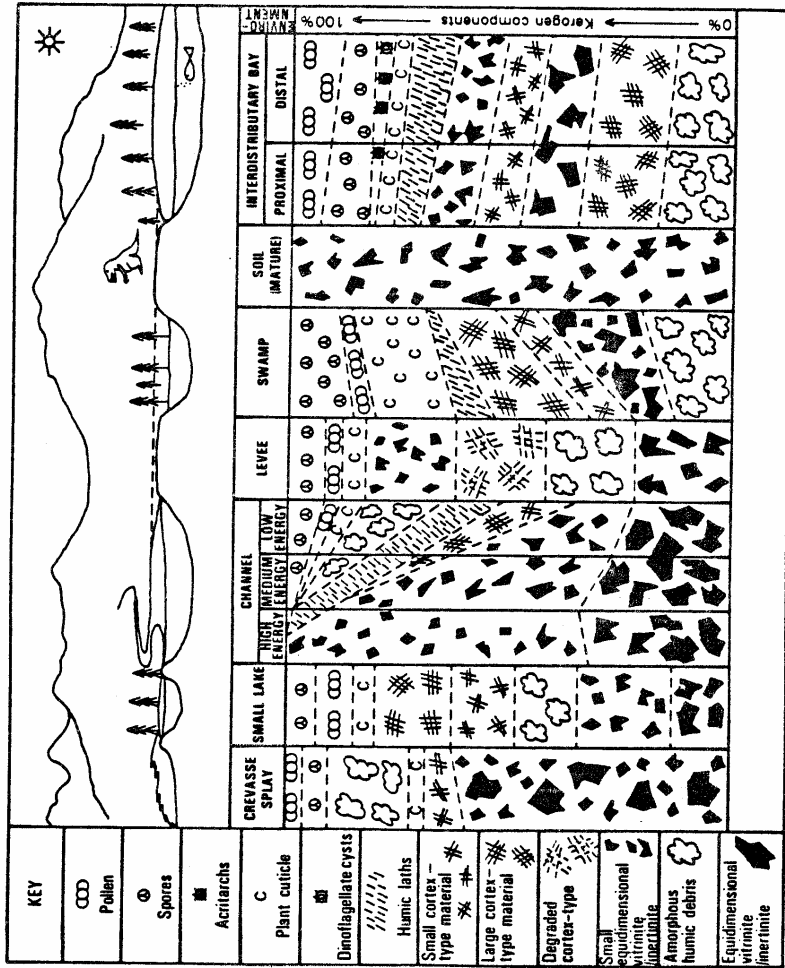


FIGURE 10. Distribution of kerogen components in delta-top environments (after J.P.G. Fenton, 1984, RRI internal report)

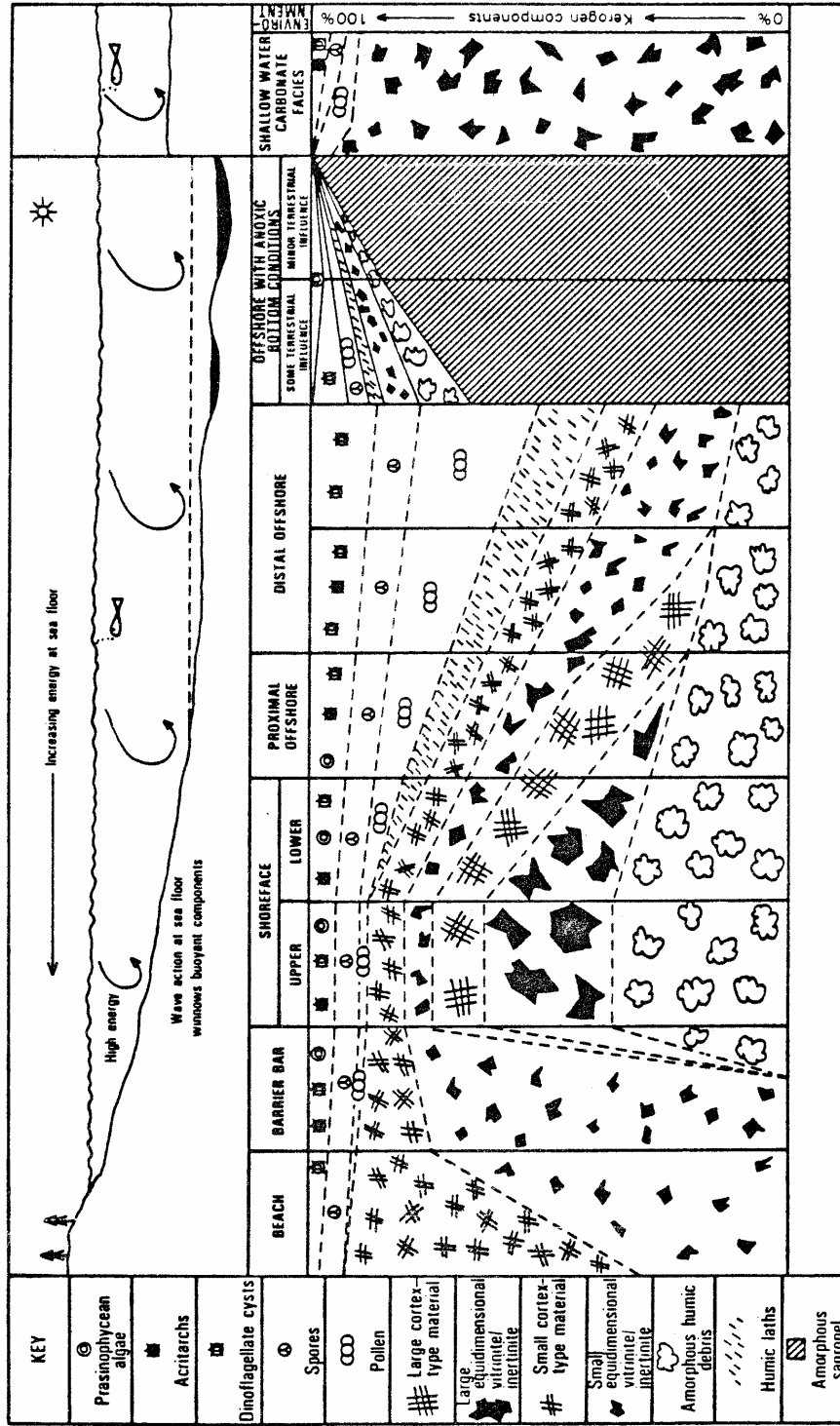


FIGURE 11 Distribution of kerogen components in nearshore and offshore environments (after J.P.G. Fenton, 1984, RRI internal report)

cadores marinos son escasos en ambientes fluviomarinicos y aumentan en ambientes marinos someros.

En los regimenes de tipo marino de agua poco profunda y fluviomarinicos en los cuales la energia es moderada hasta alta, se encuentran buenas cantidades de indicadores salinos y kerogeno humico relativamente abundante. Degradacion biologica y fisica es comun.

Los ambientes marinos de baja energia contienen material amorfo mezclado con vitrinita estructurada. La mayoria del sapropel consiste de microplancton.

En general la metodologia para la interpretacion del kerogeno en relacion a los ambientes de depositacion se puede resumir como la tecnica de aplicar principios sedimentologicos tratando las particulas organicas de la roca e interpretandolas de acuerdo a sus caracteristicas. Asi por ejemplo aclarando la procedencia, transporte y ubicacion de los depositos de kerogeno. Los granos redondos sugiriendo transportes prolongados mientras que las particulas grandes y bien preservadas sugieren poco transporte.

En las figuras 10 y 11 se presenta secciones esquematicas de la distribucion del kerogeno y sus componentes en un delta ("delta top") y cerca a la linea de la costa y mar adentro.

GEOLOGIA

4. NOTAS SOBRE AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LAS FORMACIONES MIRADOR Y MISOA. TIBU Y CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO.

Formación Mirador

La Formación Mirador fué descrita originalmente por F. Loys en 1918, en un informe privado, y definida por Garner (1928). La sección tipo esta situada en el Cerro Mirador del Distrito Colón del Estado Zulia, donde fué medido un espesor aproximado de 250 m. de areniscas blancas de grano fino a medio, con capas delgadas de gránulo o guijarros de cuarzo; se encuentra material carbonoso en toda la sección. Se observaron algunas intercalaciones de lutitas en el tercio superior de la formación, y algunas capas delgadas de carbón interestratificadas con las lutitas. Se ha calculado que la formación contiene un 85% de areniscas, a partir de las secciones de De Loys que han sido publicadas por Brondijk (1976b).

Formación Misoa

Esta formación fué originalmente descrita en 1926 por Garner en la Serranía de Misoa y luego redefinida por Brondijk (1967a).

Se ha medido un espesor de aproximadamente 5000 metros, combinando varias secciones en la localidad tipo. Los sedimentos consisten en una interestratificación de cuerpos compuestos de areniscas y lutitas interlaminadas con limolitas. Intercaladas en la parte inferior de la formación, se presentan algunas capas de calizas.

En la figs, 12, 13 se presentan una sección esquemática y localización de las formaciones Mirador (area de Tibú) y la Formación

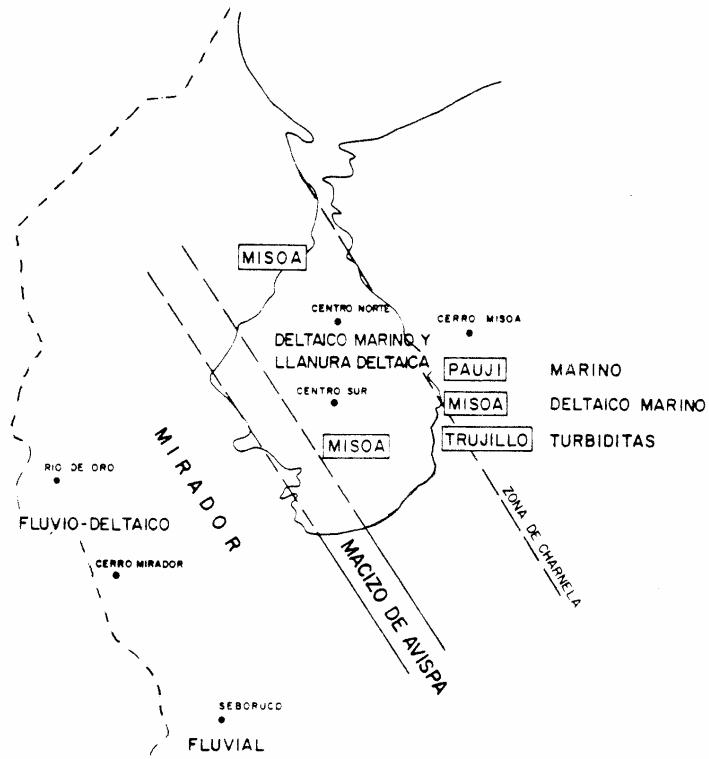


FIGURE 12. Ambientes sedimentarios en las formaciones del Eoceno Medio e Inferior de la Cuenca de Maracaibo (van Veen, 1969).

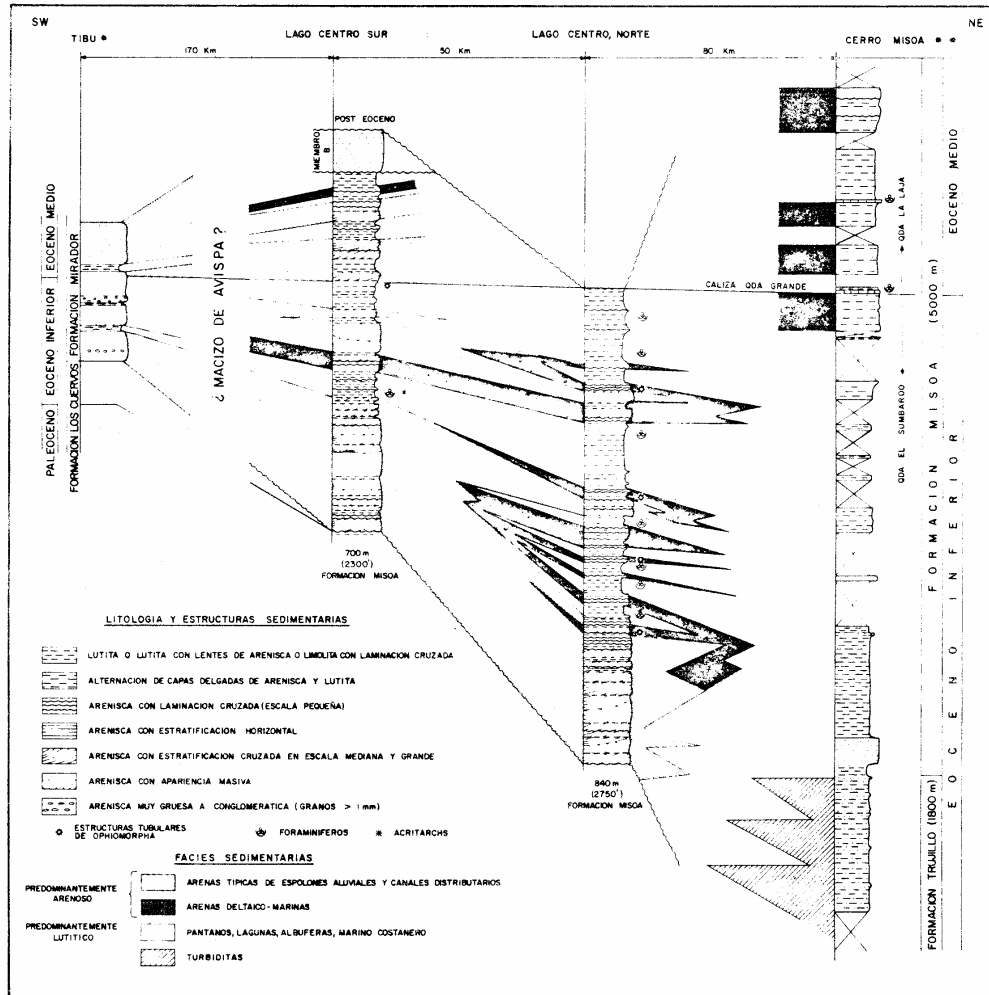


FIGURE 13. Representación esquemática de la distribución de facies en las formaciones Mirador y Misoa (segun F.R.vanVeen, 1969).

Misoa (equivalente en tiempo) en el Lago de Maracaibo y Cerro Misoa. La interpretación sedimentológica es magníficamente descrita por F.R. van Veen, 1969 durante el IV Congreso Geológico Venezolano que se efectuó en 1969.

Durante los años de 1968 a 1971 el autor tuvo la oportunidad de afectar diferentes trabajos biostratigráficos de la Formación Misoa con material de núcleos de los pozos perforados en el Lago de Maracaibo.

Habiendo hecho de antemano un estudio detallado de la Formación Mirador en Tibú (González, 1967, tesis) y en ese entonces trabajando en cuencas Venezolanas, se llegó a las mismas conclusiones obtenidas por F.R. Van Veen quién en ese entonces enfocaba el problema desde el punto de vista sedimentológico. Las conclusiones generales obtenidas para estas formaciones depositadas durante el Eoceno Medio y Temprano se pueden resumir como sigue: La Formación Mirador representa un ambiente sedimentario típicamente fluvial, mientras que la formación Misoa es de ambientes de llanuras deltáicas y delta marino. La Formación Misoa constituye, en general, una secuencia transgresiva que fué interrumpida en varias ocasiones por la formación de deltas, que se van haciendo menos importantes a medida que se asciende en la secuencia. Se considera que los sedimentos de las formaciones Mirador y Misoa formaron parte de un complejo fluvio deltáico.

Según deducciones de tipo sedimentológico (Van Veen, 1969) indica que la Formación Mirador y su equivalente en tiempo, la Formación Misoa, fueron ambas depositadas como parte de un enorme complejo fluviodeltáico con una fuente de sedimentos al Sur o Suroeste, comparable en tamaño al Río Misisipi. Durante el Eoceno no habían emergido las montañas Andinas, que rodean actualmente la cuenca de Maracaibo. Hay por lo tanto la posibilidad de un proto-Río Magdalena que abasteciera los sedimentos de la formaciones Mirador-Misoa.

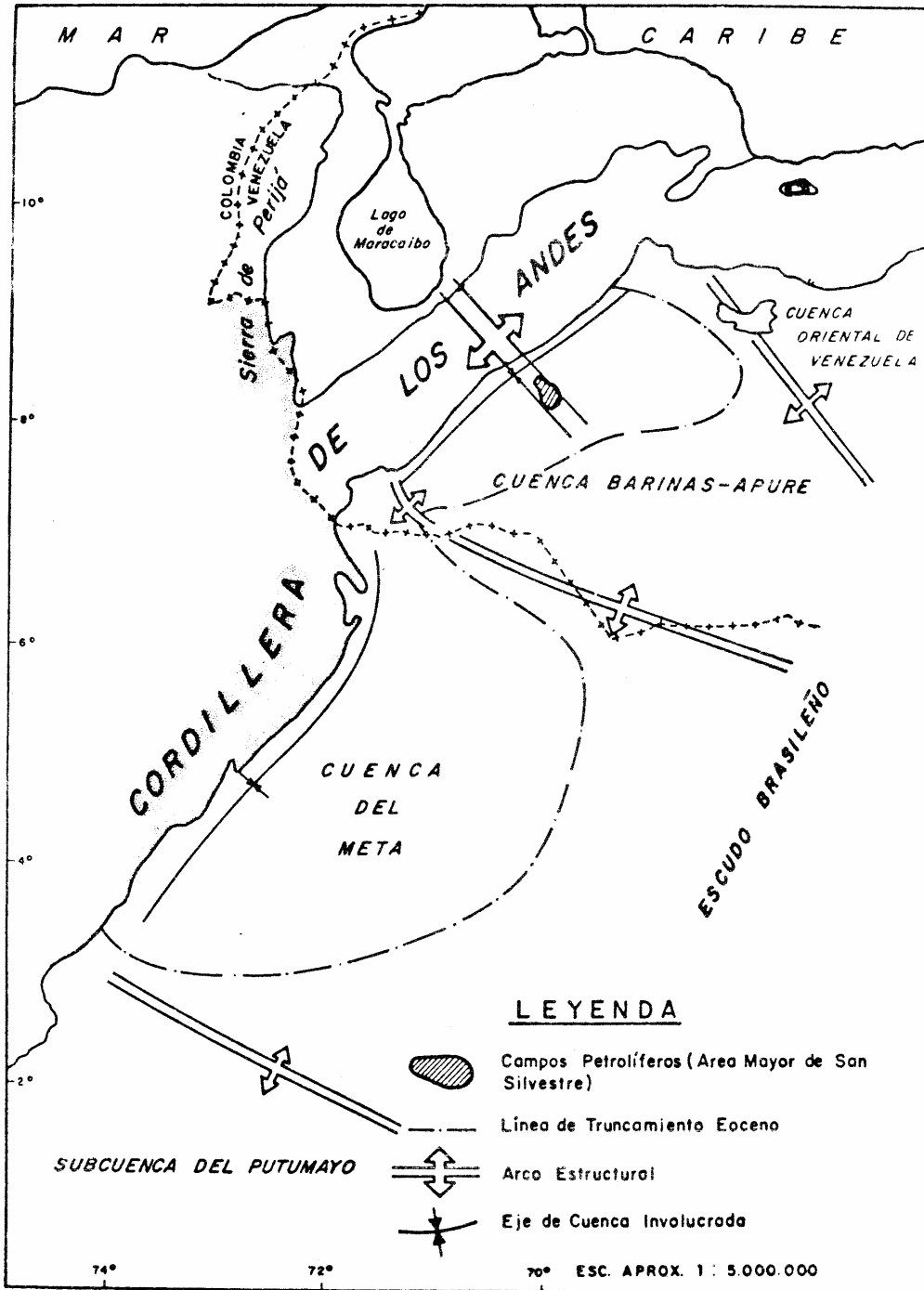


FIG. 1

FIGURE 14. Localización y características generales de la Cuenca Barinas-Apure (Federico Russomanno-Hugo Velarde, 1982).

5. NOTAS GEOLOGICAS DE LA CUENCA BARINAS-APURE, CON ENFASIS EN LOS
SEDIMENTOS EOCENICOS.

En la magnífica presentación por Federico Russomanno-Hugo Velarde durante el primer Simposio Exploración de Las Cuencas Subandinas... 1982, los autores demuestran una secuencia deltáica que cubre parte de la cuenca durante la depositación de los sedimentos del Eoceno Medio. El mencionado evento, ciclo 4-Eoceno Medio, según los mencionados autores, lo describen como sigue: "La base del cuarto ciclo sedimentológico está marcada por la discordancia regional del Eoceno el cual descansa sobre los sedimentos Cretácicos peneplanados. La fase transgresiva está caracterizada por intervalos de areniscas bien clasificadas y limpias de grano fino a grueso, separadas por delgados horizontes lutíticos".

"La interpretación sedimentológica conduce a definir un modelo clásico de transgresión con "barrier beaches" (lomas playeras) conocidas como Formación Gobernador en la zona productora."

"La fase de máxima transgresión está representada por la formación lutítica marina de Paguey, de edad Eoceno Medio, mientras la fase regresiva está representada al Suroeste de la zona productora por parte de la Formación Cobre y al Noroeste por un miembro arenoso de la Formación Paguey, llamadas areniscas de Guanarito." Véase Fig. 14 para la localidad del área y Fig. 15 la cual ilustra los ciclos sedimentarios.

EOCENO SUPERIOR (CICLO-5.)

De acuerdo a los mismos autores, Federico Russomanno-Hugo Velarde, 1982, describen un ciclo-4 que representa la fase transgresiva y que se encuentra encima de la Formación Cobre, en el área al Suroeste de la zona productora y consiste de lutitas con foraminíferos del Eoceno Superior que litostratigráficamente se atribuye a la Formación Paguey. Véase Fig. 15, y Fig. 16 donde se ilustran los ciclos 4 y 5 según Russomanno y Velarde, 1982.

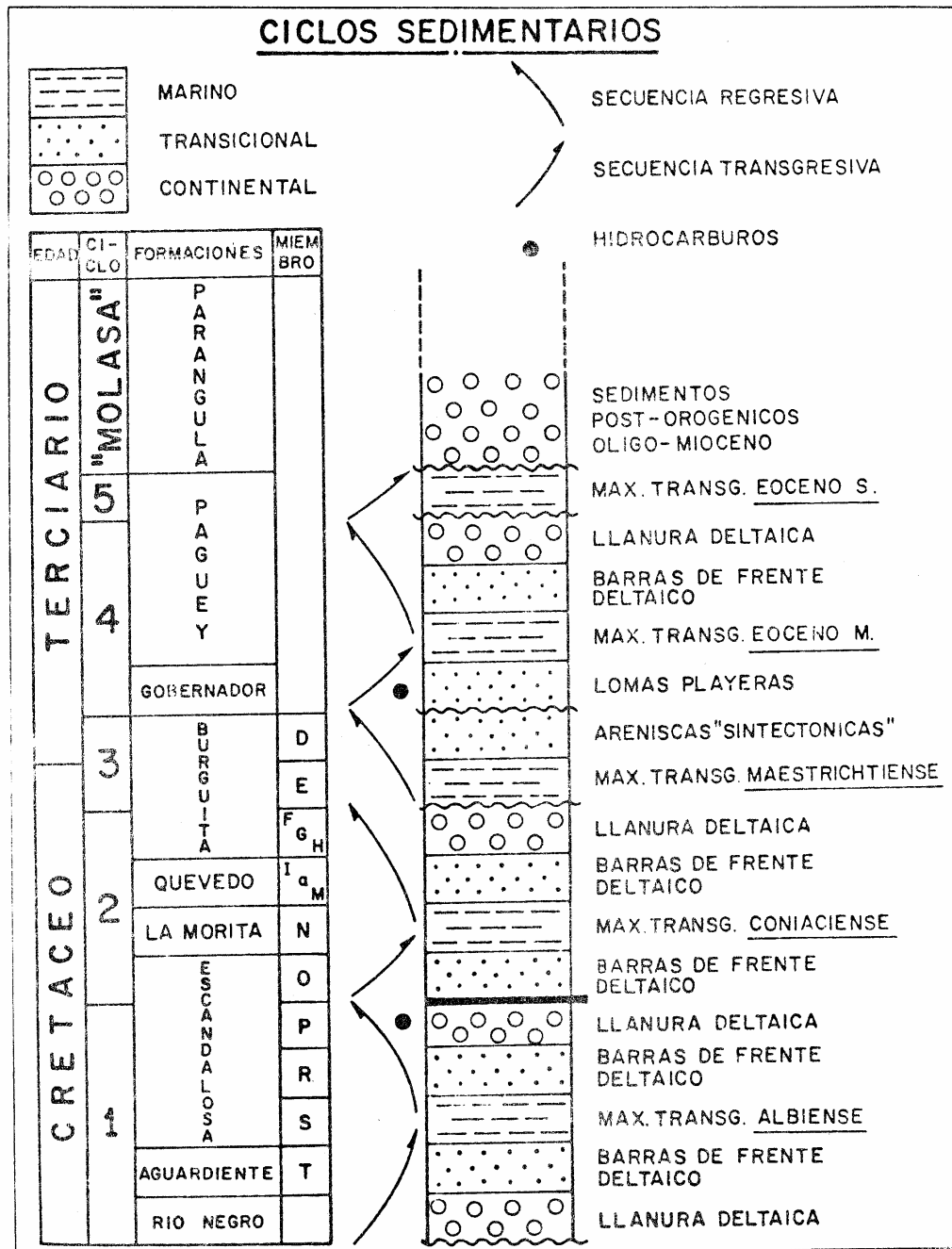


FIGURE 15. Ciclos sedimentarios, Cuenca Barinas-Apure (Federico Russomanno-Hugo Velarde, 1982).

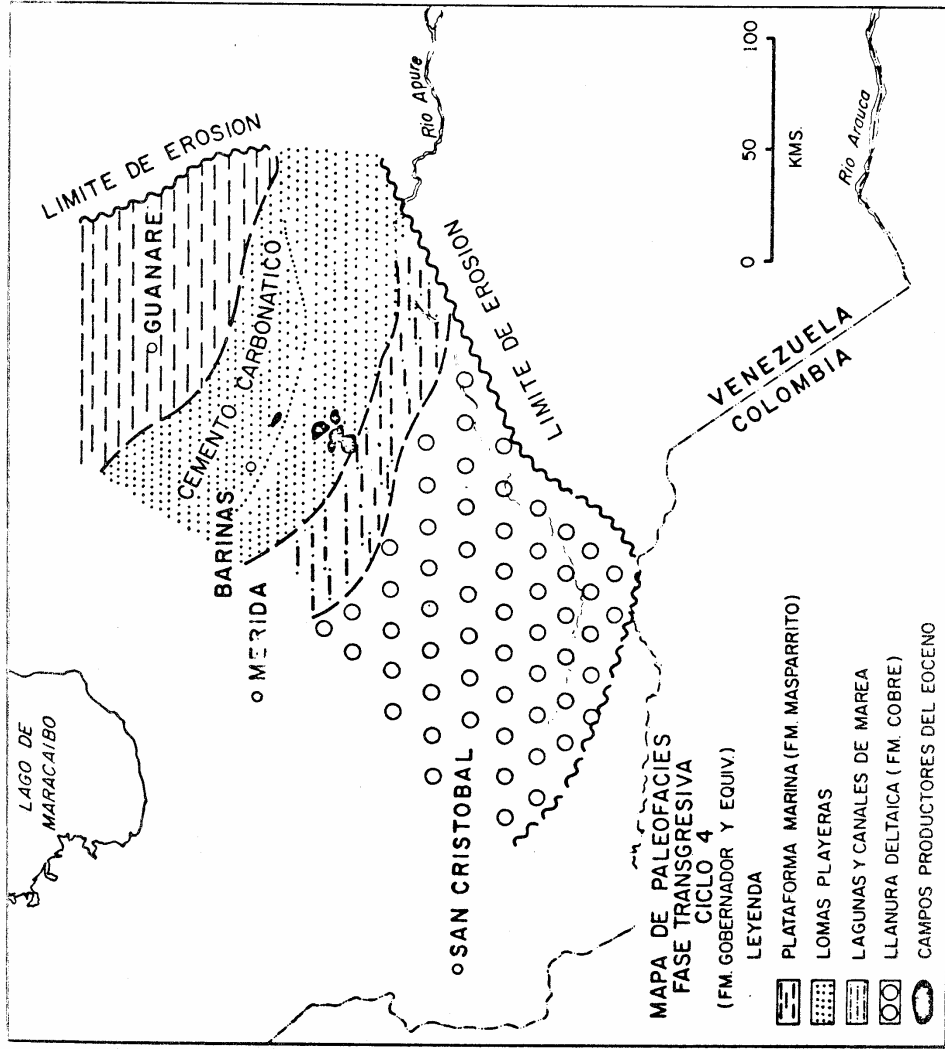


FIGURE 16. Mapa de paleofacies fase transgresiva ciclo 4 (Fm. Gobernador y equiv.).
Fm. (Frederico Russomanno-Hugo Velarde, 1982).

6. NOTAS SOBRE SEDIMENTOS EOCENICOS EN LA CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA.

Los sedimentos Eocénicos presentes en las Cuencas de los Llanos de Colombia han sido datados principalmente por medios palinológicos usando las mismas técnicas y zonaciones aplicadas en otras cuencas subandinas. Hasta el presente sólo se han encontrado sedimentos del Eoceno Tardío los cuales restan discordantemente sobre rocas Paleocénicas y Cretáceas. Estos sedimentos del Eoceno Tardío fueron depositados en un sistema fluvio deltáico los cuales según Valderrama (1982) fueron derivados de rocas del Escudo de la Guayana.

Si tomamos en cuenta interpretaciones compiladas de diferentes autores en lo que se refiere Período Terciario en general podríamos resumir que durante, especialmente el Paleoceno y Eoceno, los ambientes continentales fueron predominantes. Al principio del Eoceno Temprano y más que todo durante el Eoceno Medio hubo nuevos movimientos epirogénicos (en lo que es hoy día Cordillera Oriental), interrumpiendo la deposición regional cambiando el Paleoceno lagunal y paludal hacia ambientes deltáicos. El levantamiento inicial de la Cordillera Central fué seguido por la depositación de sedimentos clásticos de material grueso (Formación Mirador y Areniscas del Limbo) sobre la mayoría del Oriente de Colombia incluyendo las cuencas de los Llanos. En la Cuenca de los Llanos solamente sedimentos del Eoceno Superior fueron depositados, pero una secuencia completa del Terciario Inferior es bien documentada en el área de las Cuencas del Catatumbo y Maracaibo situadas al Norte.

En las figs. 17, 18 se presentan las columnas estratigráficas generalizadas para el área de los Llanos (Valderrama, 1982) y las correlaciones del Terciario en la Cordillera Oriental (Van der Hammen, 1960).

AGE	FORMATION OR GROUP	LITHOLOGY	ESTIMATED THICKNESS	MAIN CYCLES	DESCRIPTION	ENVIRONMENT	
TERTIARY	LATE MIOCENE-PLIOCENE GROUP (CALZON)	[Lithology symbols]	480 - 2,000 m (1,600 - 6,560 ft)		Interbedded sequence of massive, fine to coarse-grained sandstones, shales and claystones.	Marsh forest (continental) to slightly conglomeratic sandstones.	
					Quartzose, micaceous, massive to thin bedded sandstones, mottled red and yellow claystones with subsidiary carbonaceous layers.		
	EARLY MIDDLE MIOCENE	LEON	[Lithology symbols]	60 - 850 m (200 - 2,790 ft)		Predominantly clay and shale sequence with subsidiary thin bedded sandstones and carbonaceous layers.	Marsh forest (continental influence) to brackish. Marine influence west of the basin and bordering bays.
		OLIGOCENE	CARONERA	[Lithology symbols]		300 - 1,000 m (985 - 3,280 ft)	
PALEOCENE	LATE EOCENE	[Lithology symbols]	145 - 270 m (475 - 885 ft)	not present in study area	Predominantly coarse to medium grained, white to cream, friable, quartzose, loc. conglomeratic sandstones.	Marsh forest to brackish some marine influence in bay areas.	
		[Lithology symbols]	80 - 360 m (265 - 1,180 ft)		Greenish-gray, calcareous and carbonaceous claystones and quartzose, fine to medium-grained locally conglomeratic sandstones.		Brackish
CRETACEOUS	SENONIAN	GUADALUPE	60 - 6,500 + m (200 - 21,350 ft)		Gray, fine grained, shaly glauconitic, thin bedded sandstones with interbedded conglomerates and gray, black, micaceous and carbonaceous shales.	Marsh forest (continental) to shallow marine (inner neritic).	
					Gray, micaceous siltstones and sandstones with local interbedded gray to black shales, quartzitic sandstones and reddish browns calcareous shales.	Shallow marine.	
PRECAMBRIAN	BASIN	[Lithology symbols]			Migmatites, gneisses and granites, together with amphibolites, paragneisses and a variety of metasomatic rocks derived from sedimentary volcanic events.		

FIGURE 17. Generalized stratigraphic column, Llanos Basin (adapted after Valderrama, 1982).

SABANA DE BOGOTA	SOGAMOSO AREA	CATATUMBO (BARCO)	LLANOS FOOTHILLS	PALYNOLOGICAL AGE DATING	
TILATA		NECESIDAD?		PLIOCENE	
				MIOCENE	
		GUAYABO	CAJA	LATE	OLIGOCENE
		LEON	DIABLO	MIDDLE	
USME	CONCENTRACION	CARBONERA	SAN FERNANDO	EARLY	
		MIRADOR	EL LIMBO SANDSTONE	L	EOCENE
				M	
BOGOTA	PICACHO	LOS CUERVOS	EL LIMBO CLAYS	E	PALEOCENE
	UPPER SOCHA				
	LOWER SOCHA	BARCO	EL MORRO SANDSTONE		MAASTRICHTIAN
GUADUAS	GUADUAS	CATATUMBO			
		MITO JUAN			
GUADALUPE	GUADALUPE	COLON	GUADALUPE		CAMPANIAN

FIGURE 18. Late Cretaceous and Tertiary correlations in Eastern Cordillera of Colombia principally based on palynological data (after Van der Hammen, 1960).

7. DISCUSION

Habiendo hecho algunos comentarios sobre sedimentos Eocénicos en diferentes áreas Subandinas se considera necesario el por lo menos discutir algunos de los problemas de tipo estratigráfico dentro de la geología regional, los cuales se consideran de gran importancia para la exploración actual dentro de tales cuencas. Para referencia véase fig. 19.

En los capítulos 4, 5, 6 se han hecho comentarios de los diferentes ambientes durante la depositación de formaciones Eocenas en las Cuencas.

Si tomamos como un hecho que la Formación Mirador en su localidad tipo ha sido datada como Eoceno Medio a Inferior (Van der Hammen, 1960), (Gonzalez, 1967) y que formaciones equivalentes en tiempo como la Formación Misoa y Paují cuyos contenidos fosilíferos (principalmente de palinómorfos) son indicadores de la misma edad, y además aplicando las interpretaciones de ambientes deposicionales no solamente interpretados por metodologías sedimentológicas sino también biostratigráficas se podrían deducir que el delta Mirador-Misoa no fué activo en las Cuencas de los Llanos Colombianos.

Por otro lado si tomamos en cuenta la información obtenida de las Cuencas Barinas-Apure (Federico Russomano-Hugo Velarde, 1982) observamos que sedimentos de tipo fluviodeltáicos de una edad del Eoceno Medio (equivalentes al Mirador), fueron depositados en dichas cuencas, localizadas un poco más hacia el sur.

Hasta ahora se ha mencionado secuencias sedimentarias depositadas durante el Eoceno Medio y Temprano. Ya es conocido que la totalidad de sedimentos del Eoceno en las cuencas de los Llanos Orientales en Colombia y seguro en el borde actual Colombo-Venezolano son de una edad del Eoceno Superior. Si nos concretamos por un momento en el evento

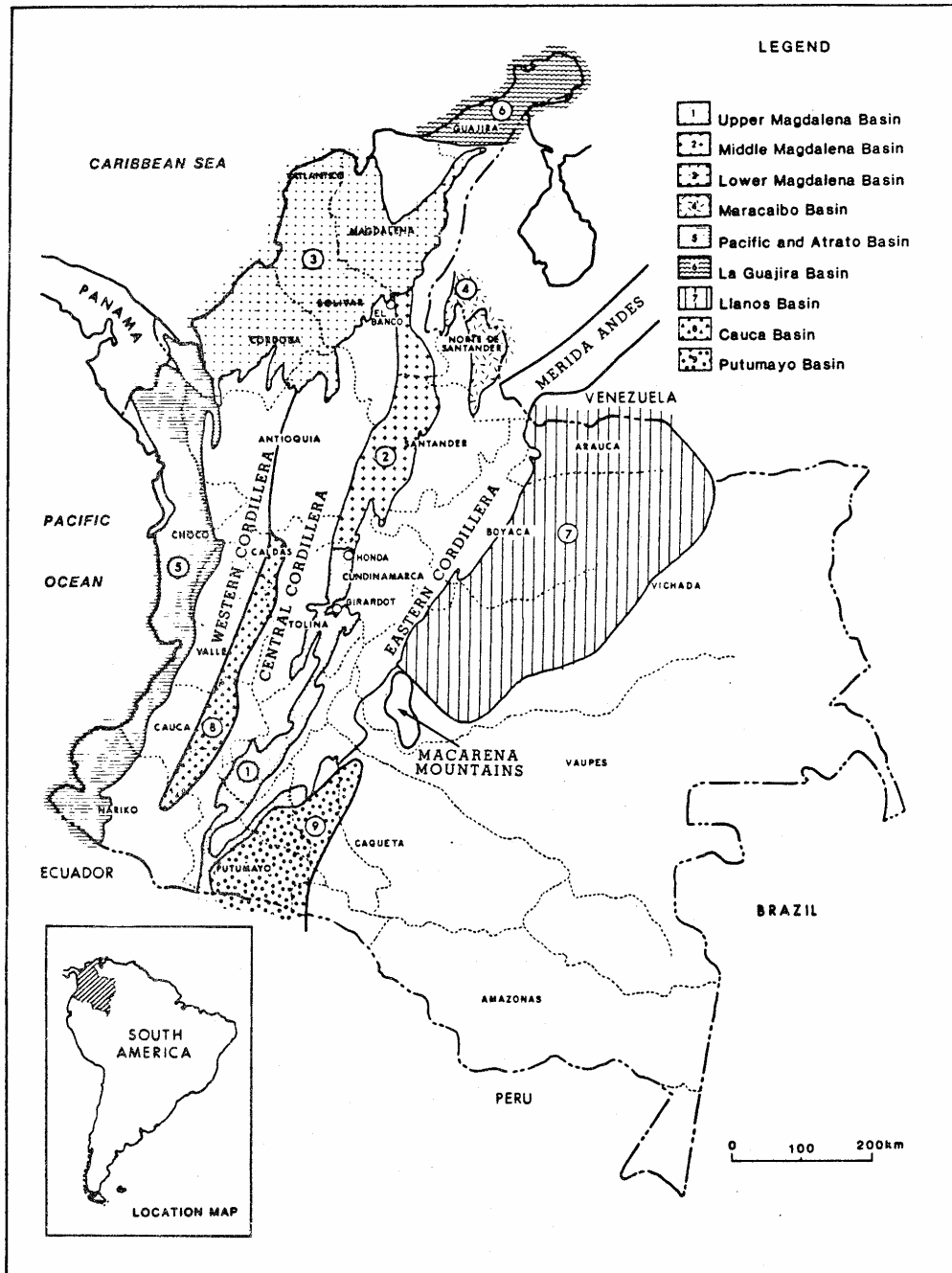


FIGURE 19. Sedimentary basins of Colombia (adapted after Ecopetrol).

sucedido durante el Eoceno Superior entonces tendremos que tomar los siguientes datos: El Eoceno Superior se presenta en sedimentos basales de la Formación Carbonera en diferentes localidades al Occidente de Venezuela y Cordillera Oriental de Colombia. En la localidad de Tibú, (Concesion Barco) y áreas adyacentes la parte basal de la Formación Carbonera contiene indicadores florísticos y faunísticos indicando que fué depositada en un ambiente por lo menos salobre.

En secciones tomadas a través de la Cordillera Oriental hacia los Llanos Colombianos se han analizado muestras del Eoceno Superior las cuales indican ambientes de agua salobre hasta pantanos de agua fresca, obviamente indicando que durante el Eoceno Superior la Cordillera ya sufrió movimientos epirogénicos.

Sedimentos marinos del Eoceno Superior son reportados por los geólogos de Corpoven (Federico Russomanno-Hugo Velarde, 1982) en la Formación Paguay de las Cuencas Barinas-Apure (Norte de los Llanos Colombianos). Esto nos indica que la actual Cordillera de los Andes Venezolanos no existía durante el Eoceno Superior. Personalmente colecté muestras cerca a los Andes de Mérida de las cuales obtuve edades del Eoceno Superior depositadas en ambientes bastante salinos. En la actual actividad exploratoria en las Cuencas de los Llanos Colombo-Venezolanos se han encontrado sedimentos del Eoceno Superior que en su mayoría pertenecen a un sistema deltáico que se continúa a través de la mayoría del Oligoceno y que tales depósitos del Eoceno Tardío tienden a ser "mas continentales" por la general, hacia el Escudo Guayanes de donde se acepta fué uno de los "sources" orígenes de tales depósitos. Varios de los pozos exploratorios en Los Llanos Colombo-Venezolanos han penetrado secuencias del Eoceno Superior, cuyos sedimentos fueron depositados en aguas salobres hasta someras poco profundas. En general tales pozos están ubicados relativamente hacia el lado Occidental de la planicie de los Llanos siendo difícil de predecir las líneas de la entonces costa debido al enorme sistema deltáico. Como ya se mencionó dentro de varios estudios de aflor-

ambientes en la Cordillera Oriental de Colombia (adyacente a los Llanos) los ambientes del Eoceno Superior son de pantanos de agua fresca hasta quizá salobres, lo cual indicaría que estamos en realidad observando un delta el cual recibió aporte de sedimentos no sólo del área del Escudo de la Guayana sino también de la Cordillera Andina. Todo parece indicar que un brazo de mar poco profundo, desde el Norte (quizá Mérida) inundó el área que bordea la Cordillera actual del Oriente de Colombia. De otra manera no se explicaría porque la sucesión ambiental (en varias áreas) que de Oriente a Occidente es: continental-salobre-hasta marino poco profundo-continental.

No es el ánimo del autor de eliminar la nomenclatura actualmente utilizada por los operarios en los Llanos, pero si aplicamos la geología regional debemos tomar en cuenta que los sedimentos del Eoceno Superior depositados en los Llanos formaron un evento regional que se entiende mejor si lo aplicamos desde los tiempos en que se depositaron la Formaciones Carbonera y Paguey y no la supuesta Mirador.

8. CONCLUSIONES

1. La aplicación de asociaciones florísticas y grupos del Kerogeno son exitosamente aplicadas para determinar ambientes ecológicos y sedimentarios en diferentes tipos de Cuencas. Varios ejemplos son ilustrados.
2. Observaciones sobre deltas existentes durante el Eoceno Medio a Inferior en áreas Subandinas sugieren que fueron independientes sistemas deltáicos a los deltas Eocénicos de los Llanos Orientales de Colombia.
3. Todo parece indicar que una transgresión del Eoceno Superior produjo un "brazo de mar" poco profundo en el área adyacente la

Cordillera Oriental de los Llanos. Dicha transgresión debió originarse del Norte y probablemente desde los Andes de Merida.

4. Se sugieren dos direcciones de origen para los depósitos del Eoceno Superior en la Cuenca de los Llanos. Al Oriente el Escudo de la Guayana y al Occidente la Cordillera de los Andes.
5. Se indica que de acuerdo a la información adquirida por estudios de tipo biostratigráfico la llamada Formación "Mirador" en los Llanos Orientales, es equivalente a la base de la Formación Carbonera del área de Catatumbo y que para un entendimiento más apropiado de la geología regional, se sugiere se llame "areniscas basales" de la formación Carbonera, como es indicado en la columna estratigráfica fig. 17 (Valderrama, 1982).

REFERENCES

- Brondijk, J.F., 1967a. Contributions of the A.V.G.M.P. Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Committee: III. The Misoa and Trujillo Formations. Bol. Informativo, Asoc. Venezolana de Geol., Min. y Petróleo, Vol. 10, No. 1, p. 3-19.
- Brondijk, J.F., 1967b. Contributions of the A.V.G.M.P. Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Committee: V "Eocene" formations in the Southwestern part of the Maracaibo Basin. Bol. Inf., A.V.G.M.P., Vol. 10, No. 2, p. 35-50.
- Estrada, A., 1982. Regional Geology and tectonic evolution of the Subandean basins from the Barinas Basin (Venezuela) to the Napo River (Ecuador): Simposio "Exploración petrolera en Las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú", Asoc. Col. Geol. Geofis. Petróleo, Bogotá, Agosto 1982.
- Fenton, J.P.G., 1984. Guide to Palynofacies Analysis. Palynology Report No. 3. Robertson Research internal report.
- Garner, A.H., 1926. Suggested nomenclature and correlation of the geological formations in Venezuela. Am. Inst. Min. Metall. Eng., Trans. p. 667-684.
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A., and Muller, J., 1968. Palynology of Tertiary sediments from Tropical areas. Rev. Paleobot. Palynol., Vol. 6, No. 3-4, pp. 189-348.
- González Guzmán, A.E., 1967. A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador Formations: Leiden, E.J. Brill.

- Hopping, C.A., 1967. Palynology and the oil industry. *Rev. Paleobot. Palynol.* Vol. 2, Nos. 1-4, pp. 23-48.
- Hunter, V.F., and Gonzalez, G., A.E., 1967. Palynology of Northern South America. Symposium on Stratigraphic Correlations VII Carib. Geol. Conf. Guadalupe, 1976.
- Kugl, O.S., Muller, J., and Waterbolk, H., 1955. The application of palynology and oil geology with reference to Western Venezuela. *Geol. Mijnbouw*, Vol. 17, No. 3, pp. 49-76.
- Russomano, F. and Velarde, H., 1982. Geología petrolera de la Cuenca Barinas-Apure. Simposio "Exploración Petrolera en Las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú", Bogotá 1982.
- Valderrama, R., 1982. Desarrollo de facies en la cuenca de Los Llanos Orientales: Simposio "Exploración Petrolera en las cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú". *Asoc. Col. Geol. Geofis. Petroleos*, Bogotá, Agosto, 1982.
- Van der Hammen, T., 1957: Estratigrafía palinológica de Bogotá (Cordillera Oriental de Colombia). *Bol. Geol., Inst. Geol. Nal.*, Vol. 5, No. 2, pp. 189-203, Bogotá.
- Van der Hammen, T., 1969. Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continentales y tectogénesis de Los Andes Colombianos. *Bol. Geol. Nal.* Vol. 6, No. 1-3 (1958), pp. 67-128, Bogotá.
- Van Veen, F.R., 1969. Ambientes sedimentarios de las formaciones Mirador y Misoa del Eoceno Inferior y Medio en la cuenca del Lago de Maracaibo. IV Congreso Geológico Venezolano.