

## BIOESTRATIGRAFIA Y DISTRIBUCION DE BIOFACIES EN POZOS DEL NORTE DE LA FAJA PETROLIFERA DEL ORINOCO

ALEJANDRO EURIBE

*Departamento de Ciencias de la Tierra*

INTEVEP, S. A.

**RESUMEN:** El propósito de esta investigación es reconstruir facies, establecer sus relaciones laterales y presentar datos bioestratigráficos de la columna de sedimentos penetrada por los pozos Machete-1, Manapire-1, Altamira-1, Pericocal-1, Carrizal-1, Los Pobres-1, Hamaca-1, El Tigre-2, Oritú-9, El Salto-7A, Soledad-1, Sotil-1, Caritos-1 y Texas-2, localizados al norte de la Faja Petrolífera del Orinoco, flanco sur de la Cuenca Oriental de Venezuela. Se determinó que muchos de estos pozos atraviesan sedimentos terciarios (Mioceno), y/o formaciones del Cretáceo, llegando algunas veces hasta sedimentos del Devónico o al basamento cristalino. Los resultados muestran que la subdivisión estratigráfica no se basa solamente en la determinación litoestratigráfica sino también en la ocurrencia de los diferentes conjuntos faunales (foraminíferos). De acuerdo a lo anterior, se estableció la posición estratigráfica de la secuencia y los diferentes paleo-ambientes de sedimentación. Se determinaron paleoambientes arrecifales en la Formación Freites en los pozos El Tigre-2, El Salto-7A, Soledad-1, Caritos-1, al igual que en la formación Oficina en los pozos El Tigre-2, Sotil-1, Caritos-1 y Texas-2. Este trabajo demuestra el valor que tiene el uso de la Micropaleontología en la determinación y definición de las biofacies y paleoambientes de sedimentación, lo cual es sustentado por la presencia de conjuntos faunales en cada uno de estos paleoambientes. Las distribuciones espaciales de las biofacies probablemente reflejan la inestabilidad de la plataforma durante la sedimentación en el Mioceno.

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to define the facies, establish their lateral variations and present biostratigraphic data obtained from the micropaleontological analysis of samples from wells Machete-1, Manapire-1, Altamira-1, Pericocal-1, Carrizal-1, Los Pobres-1, Hamaca-1, El Tigre-2, Oritú-9, El Salto-7A, Soledad-1, Sotil-1, Caritos-1 and Texas-2. These wells are located to the North of La Faja Petrolífera del Orinoco along the southern flank of the Eastern Venezuela Basin. It was determined that several of these wells penetrated Tertiary sediments (Miocene), others drilled Cretaceous sediments (Temblador) and some reached and penetrated Devonian - Carboniferous sediments and the crystalline basement. The results of the analyses show that the stratigraphic subdivision of the sequences could be based not only on the lithostratigraphic determinations, but also on the occurrence of different faunal assemblages (foraminifera and other microfossils) that allowed the establishment of the stratigraphic position of the units and the different paleo-environments of deposition. Reef paleoenvironments occur within the Freites formation in wells El Tigre-2, El Salto-7A, Soledad-1 and Caritos-1, as well as in the Oficina formation in wells El Tigre-2, Sotil-1, Caritos-1, and Texas-2. This report shows the importance of employing micropaleontology in the delineation of biofacies and the determination of sedimentary paleoenvironments, a fact supported by the occurrence of distinct faunal distributions of the biofacies that suggest instability of the sedimentary platform during the Miocene.

### INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es presentar los datos bioestratigráficos obtenidos de los análisis de las muestras de los pozos estudiados en el norte de la Faja Petrolífera del

Orinoco, flanco sur de la Cuenca Oriental de Venezuela (Fig. 1).

Se ha puesto énfasis en la determinación de paleo-ambientes de sedimentación encontrados en las secciones estudiadas en cada uno de los pozos; posteriormente se efectuarán estudios de extensión de las facies y su correlación por

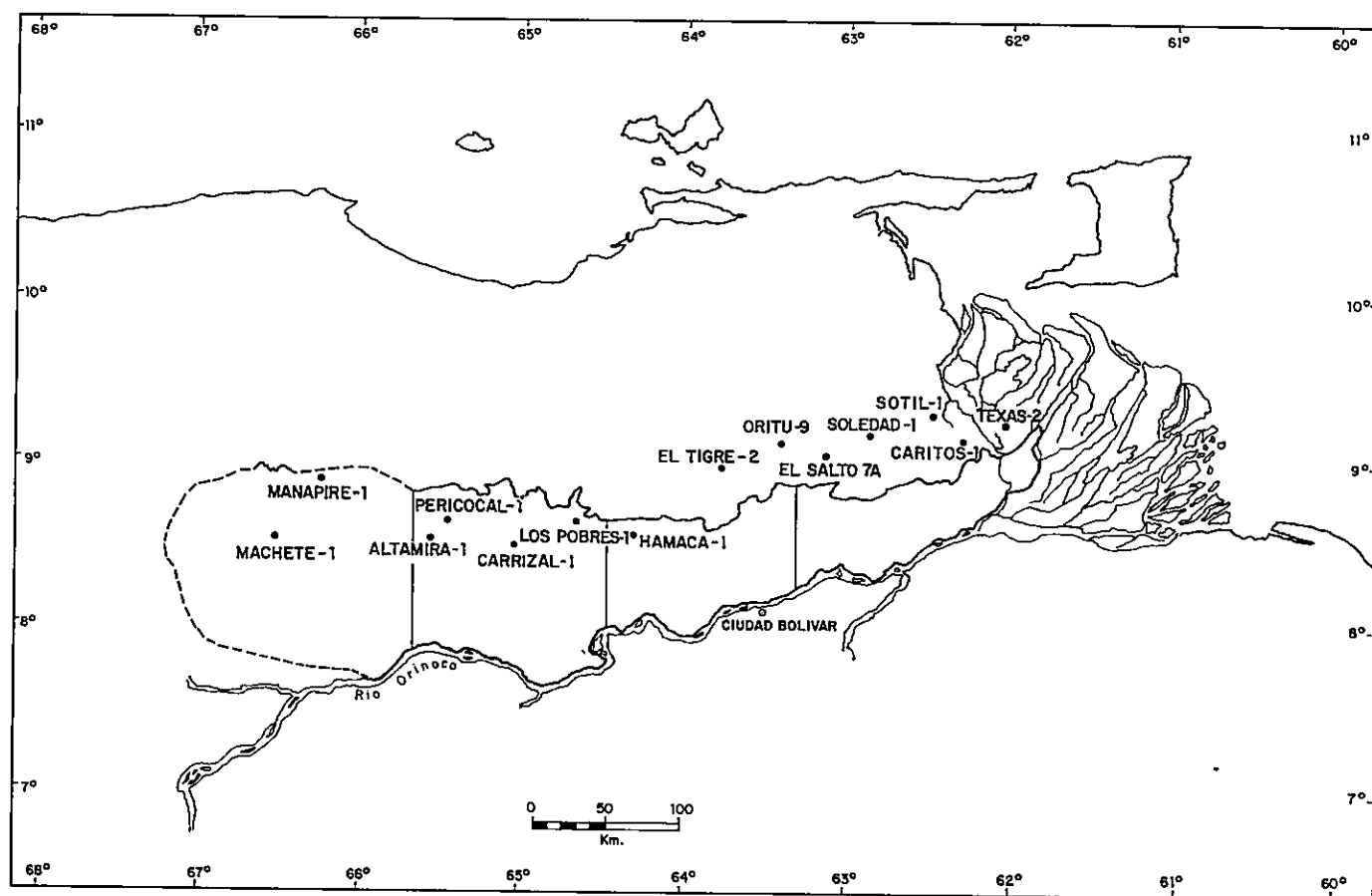


Fig. 1. Mapa de ubicación Flanco Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela.

miembros tanto con sedimentos de la misma edad de Trinidad, como con sedimentos del sur de la Cuenca Oriental de Venezuela (Faja Petrolífera del Orinoco).

Los pozos estudiados son el Machete-1, Manapire-1, Altamira-1, Pericocal-1, Carrizal-1, Los Pobres-1, Hamaca-1, El Tigre-2, Oritú-9, El Salto-7A, Soledad-1, Sotil-1, Caritos-1 y Texas-2 (Figs. 1 y 2).

Así mismo, se menciona en este estudio información litoestratigráfica de las secciones de los pozos estudiados. Se debe tener presente que solamente existen residuos lavados de las muestras de canal y de núcleos de cada uno de los pozos, y en este tipo de muestras es donde se han efectuado las determinaciones bioestratigráficas.

Los resultados muestran que la subdivisión estratigráfica no puede basarse solamente en las determinaciones litoestratigráficas, sino también en la ocurrencia de los diferentes conjuntos faunales (foraminíferos), lo cual ha permitido establecer la posición estratigráfica de la secuencia sedimentaria y los diferentes paleo-ambientes de sedimentación.

Muchos de los pozos estudiados han atravesado sedimentos del Terciario (Mioceno), penetrando en formaciones del Cretáceo (Temblador) y algunos han llegado hasta el Devónico y el basamento cristalino. Las secciones del Cretáceo y más antiguas sólo serán mencionadas, ya que no han sido estudiadas en detalle como se ha hecho con las secciones del Mioceno.

## I - ESTRATIGRAFIA Y BIOESTRATIGRAFIA:

A continuación se discuten brevemente las formaciones encontradas en los pozos estudiados en el orden presentado en la Tabla 1.

### 1. ¿Formación Mesa-Pleistoceno?

Los límites de esta unidad estratigráfica, previamente determinados por las operadoras, se han basado en la in-

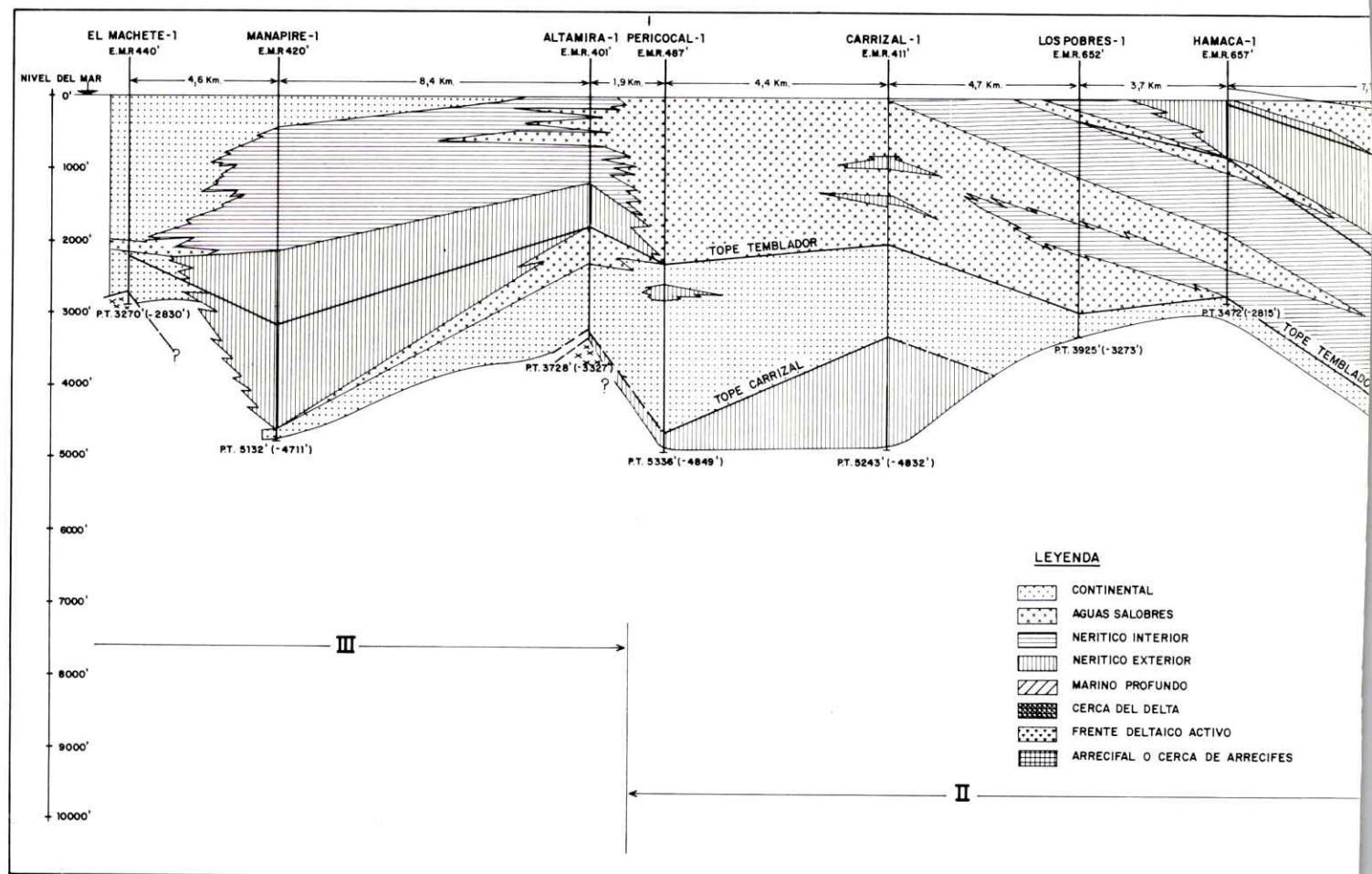


Fig. 2. Sección O-E. Distribución de Biofacies Flanco Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela.

interpretación de los caracteres litológicos relacionados a su comportamiento en los registros eléctricos.

En las muestras analizadas no se encontraron fósiles diagnósticos que permitan efectuar determinaciones bioestratigráficas. En las muestras compuestas de sedimentos de grano fino sólo hay presentes fragmentos de lignito y madera fosilizada (1).

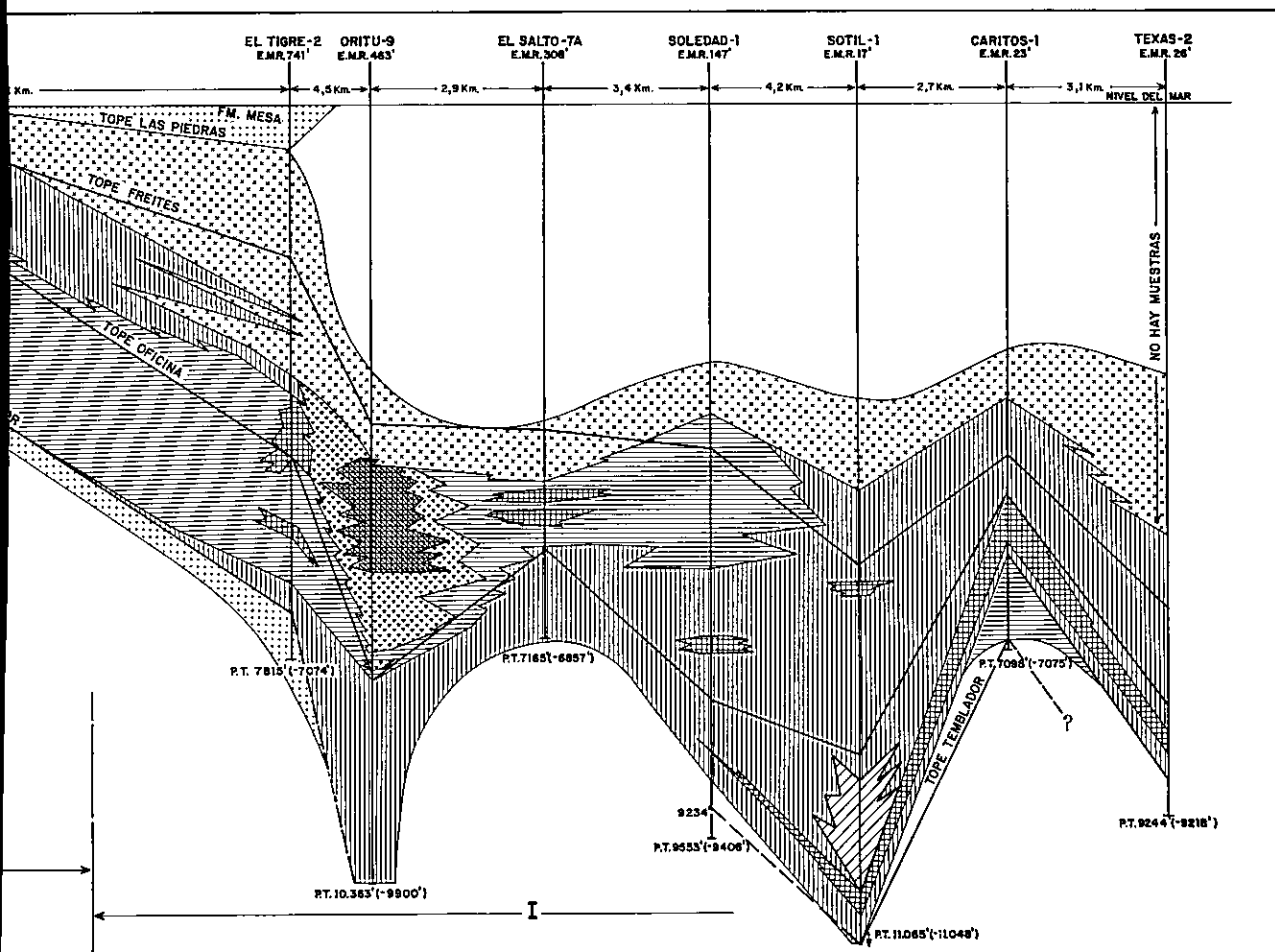
Las areniscas y cascajos de la formación están compuestos principalmente de granos de cuarzo, cuarcita y a veces en menor proporción por granos de "chert".

Secciones asignadas a la Formación Mesa se observaron en las secuencias perforadas por los pozos Hamaca-1 y El Tigre-2; sin embargo, esta unidad estratigráfica (Formación Mesa) está presente y se extiende a través de la mayor parte de la Cuenca Oriental de Venezuela.

## 2. Formación Las Piedras - Mioceno Superior

Debido a la virtual ausencia de faunas diagnósticas, marcadores de edad y a los cambios de sedimentación, la determinación de los límites de esta unidad se ha basado en los reconocimientos litológicos, graficados en los registros eléctricos, y en la posición estratigráfica de la unidad reportada previamente por las operadoras.

Ocasionalmente se han observado restos de moluscos, de agua fresca y salobre, fragmentos de tejidos de plantas y, esporádicamente, algunos foraminíferos que han vivido en ambientes cercanos a las playas y en depósitos pantanosos como *Ammonia* sp. y *Ammobaculites* sp. Además, la mayor parte de las otras especies de foraminíferos presentes son re-depositados de formaciones más antiguas, especialmente del Cretáceo.



# ESTRATIGRAFIA

# LITOESTRATIGRAFIA

ARCAICO	BASAMENTO	PALEOZOICO			MESOZOICO			TERCIARIO			CUATERNARIO
		DEVONICO-CARB.			CRETACEO			MIOCENO			PLEISTOCENO
								MEDIO		SUPERIOR	
		CARRIZAL			TEMBLADOR			FREITES		LAS PIEDRAS	MESA

Arenas, areniscas, conglomerados, cascajos, esteril de fosiles diagnosticos.

Arenas, areniscas, limolitas, arcilitas parte superior casi esteril de foraminiferos. Foraminiferos redepositados de formaciones mas antiguas. Horizontes esporadicos con faunas de aguas salobres o pantanos.

Arenas, areniscas, limolitas, arcilitas y lutitas, alternadas Foraminiferos arenosos (en el tope de la formacion). Foraminiferos calcareos (en la parte inferior de la formacion).

Intercalaciones de areniscas, lutitas y lignitos (Formación Chaguaramas). Secuencias de lutitas, areniscas, limolitas y lutitas ligniticas. Muy fosilíferas (Formación oficina).

Areniscas, lutitas, limolitas, dolomitas, fosilíferas (Miembro Glauconítico). Arenisca, limolitas y arcilitas, abigarradas .

Areniscas, calcareas y arcillosas, marina. Contiene acritarcos bien preservados (L.E. Stover, Bol. Inf., AVGMP, Vol. 10, N° 10, 1967) en Pozo Carrizal-1

Complejo igneometamorfico incluye felsitas y rocas cristalinas.



**BIOESTRATIGRAFIA**

Fragmentos de lignito  
Madera fosilizada

Una redepositadas:

<u>Ammobaculites</u> sp.	<u>Miliammina</u> spp.
<u>Pelosina</u> sp.	<u>Ammonia beccarii</u>
<u>Marssonella</u> sp.	
<u>Strobulus</u> sp.	
<u>Textularia</u> sp.	

<u>Bolivina isidroensis</u>	<u>Suggrunda</u> <u>porosa</u>
<u>Textularia mexicana</u>	<u>Globigerina nepenthes</u>
<u>Textularia panamensis</u>	<u>Globigerina bulloides</u>
<u>Argulina pontoni</u>	<u>Globoquadrina</u> spp.
<u>Strobammina pacifica</u>	<u>Elphidium poeyanum</u>
<u>Strophragmoides carinatum</u>	

<u>Onides umbonatus</u>	<u>Valvulineria</u> sp.	<u>Porticulasphaera</u> spp.	<u>Uvigerina carapitana</u> , <u>U. rustica</u>
<u>Gerella forestensis</u>	<u>Verneulina</u> sp.	<u>Globigerinoides trilobus</u> (grupo)	<u>Uvigerina isidroensis</u> (grupo)
<u>Miliammina</u> spp.	<u>Textularia</u> sp.	<u>Globorotalia fohsi</u> (grupo)	<u>Bolivina imbricata</u>
<u>Strophoculina seminula</u>	Algunos ostracodas	<u>Globorotalia mayeri</u>	<u>Bolivina</u> spp.
		<u>Globorotalia menardii</u>	<u>Pseudoglandulina comatula</u>
		<u>Siphogenerina transversa</u> (grupo)	<u>Liebusella pozonensis</u>
		<u>Gumbelina cubensis</u>	<u>Textularia falconensis</u>

<u>Globigerina cretacea</u>	<u>Ammobaculites colombianus</u>
<u>Strobiliteria</u> sp.	<u>Pelosina complanata</u>
<u>Strobiliteria</u> sp.	<u>Marssonella oxycona</u>

Foraminíferos:

<u>Strophosphaeridium</u> sp.
<u>Strophodinium</u> sp.
<u>Strophodinium</u> sp.

Tabla 1. Columna generalizada. Fianco Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela.

Litológicamente, la Formación Las Piedras incluye areniscas de grano fino, carbonáceas intercaladas con arcilita y lutitas, grises claras, ligníticas.

Esta unidad está presente en la sección estudiada entre los pozos Hamaca-1 hasta Texas-2. (Ver Figura 2 y Tabla 2).

### 3. Formación Freites - (Mioceno Superior Medio)

La formación Freites está compuesta de areniscas lenticulares, paquetes de arenas arcilitas y lutitas intercaladas. Las arenas y areniscas están constituidas por intercalaciones laminares de areniscas blancas-grisáceas, sucias, de grano fino, glauconíticas. Hacia la base de la formación, las areniscas son de grano medio fino, se alternan con lutitas típicas laminares de color gris-verdoso, siendo en parte calcáreas, glauconíticas y en parte sideríticas; estas areniscas así como las lutitas incluyen pequeñas concreciones arcillo-ferrosas.

La fauna presente en el tope de la formación está representada principalmente por la ocurrencia escasa de foraminíferos arenosos como *Trochammina* cf., *T. pacifica* Cushman, *Haplophragmoides carinatum* Cushman y Renz, *Haplophragmoides* spp. La sección inferior de la formación es más marina y contiene especies calcáreas como *Bolivina isidroensis* Cushman y Renz, *Elphidium sagrum* (d'Orbigny) *E. poeyanum* (d'Orbigny), *Nonionella* sp., *Globigerinella* sp. y especies arenosas como *Textularia mexicana* Cushman, *T. panamensis* Cushman, *Virgulina pontoni* Cushman y *Suggrunda porosa* Hoffmeister.

Sedimentos asignados a la Formación Freites no están presentes al oeste del pozo Los Pobres-1, en la línea de sección estudiada. (Ver Figura 2 y Tabla 2).

### 4. Formación Chaguaramas - (Equivalente a Formación Oficina) Mioceno Medio a Inferior

El límite superior de la Formación Chaguaramas se caracteriza por el gradual cambio de color que se observa en las lutitas, arcilitas y, en general en los sedimentos de grano fino; usualmente, este límite también se manifiesta con un pico característico mostrado en la gráfica del registro eléctrico.

La Formación Chaguaramas consiste de una serie de intercalaciones de areniscas sucias, verdosas, de grano fino a grueso, compuestas de granos de cuarzo regulares a subredondeados, con abundantes esferas de siderita, intercaladas con lutitas de color marrón-rojo ladrillo, y con arcilitas continentales las cuales presentan capas de lignitos de espesor variable, también intercaladas con areniscas verdosas de grano fino micáceas. Hacia la base, la formación presenta lutitas moteadas de colores rojizo, verdoso, verde claro, amarillentas con capas de lignitos.

En las capas poco potentes de lutitas y limolitas de origen marino, que ocurren esporádicamente a lo largo de la formación, se observa la siguiente fauna:

*Ammonia beccarii* (Linné)  
*Eponides umbonatus* (Reuss)  
*Miliammina telemaquensis* Saunders  
*Eggerella forestensis* Bronnimann  
*Quinqueloculina* sp.  
*Valvulineria* sp.  
*Verneulina* sp.  
*Textularia* sp.  
 Ostrácodos  
 Turbonilla

Secciones de la Formación Chaguaramas están presentes en los pozos Carrizal-1, Pericocal-1, Altamira-1 y el Machete-1. (Ver Figura 2, Tabla 2).

### 5. Formación Oficina (Mioceno Medio a Inferior)

El límite superior de la Formación Oficina, así como el límite superior de la Formación Chaguaramas, se reconocen por el cambio gradual de color en las lutitas y sedimentos de grano fino de estas formaciones.

Los sedimentos de la Formación Oficina están constituidos de una secuencia de lutitas marrón-grisácea y areniscas gris claro de grano fino a grueso, limolitas y lutitas ligníticas, areniscas glauconíticas y sideríticas. Esta formación desde el tope hacia la base se caracteriza por ser muy fosilífera incrementándose la fauna de foraminíferos con la profundidad (2).

Los más apropiados para diagnóstico son los siguientes:

*Eggerella karamatensis* Bronnimann  
*Ammobaculites strathearnensis* Cushman y Renz  
*Uvigerina isidroensis* Cushman y Renz  
*U. auberiana* d'Orbigny  
*U. carapitana* Hedberg  
*U. rustica* Cushman y Edwards  
*U. gallowayi* Cushman y Renz  
*Bolivina imporcata* Cushman y Renz  
*B. marginata* Cushman  
*B. isidroensis* Cushman y Renz  
*B. alata* (Segueza)  
*B. advena* Cushman  
*B. incospicua* Cushman y Renz  
*Gyroidina soldanii* (d'Orbigny)  
*Cibicides compressus* Cushman y Renz  
*Liebusella pozonensis* Cushman y Renz  
*Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny

## Bioestratigrafía y distribución de biofacies

POZO	RECIENTE MESA (m)	LAS PIEDRAS	FREITES	(c) CHAGUARAMAS (o) OFICINA	TEMBLADOR	CARRIZAL	BASAMENTO	OBSERVACIONES
EL MACHETE Nº 1				2580 (c)	500 *		180	* Miembro glauc = 100' Tope moteado 2950'
MANAPIRE Nº 1				3480 (c)	1651			
ALTAMIRA Nº 1	40			2080 (c)	1480 *	110	18	* Miembro moteado = 940'
PERICOCAL Nº 1				2700 (c)	2358 *	278		* Miembro moteado = 1223'
CARRIZAL Nº 1				2400 (c)	1244 *	1598		* Miembro moteado = 795'
LOS POBRES Nº 1	180		840	2583 (c)	322 *			* Miembro moteado = 125'
HAMACA Nº 1	350 (m)	390	756	1902 (c)	94 *			* Incluye Miembro moteado
EL TIGRE Nº 2	1030 (m)	1740	2600	1960 (c)	485			Termina en la Fm. Temblador
SOTIL Nº 1			2340	2300 (c)	375 *			* Arena sin fosiles, ¿ Temblador? Cretáceo
ORITU Nº 9		4623	3147	2593 (c)				Termina en la Fm. Oficina
EL SALTA Nº 7A		4540	1510	1115 (c)				Termina en la Fm. Oficina
SOLEDAD Nº 1		4620	3220	1700 (c)	13			Termina en la Fm. Temblador?
CARITOS Nº 1		4620	580	1750 (c)	148			Termina en la Fm. Temblador?
TEXAS Nº 2		?	1280	?	?			No hay muestras 0 - 5150'
ESPESORES	0-1030	0-4623	0-3220	1115 - 3480	0-2358	0-1598	278 +	

Tabla 2. Espesores de las formaciones Flanco Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela.

*Siphonina pozonensis* Cushman y Renz  
*Planorbulinella trinitatis* (Nuttall)  
*Amphistegina lessonii* (d'Orbigny)  
*Globigerinoides rubra* (d'Orbigny)  
*Globigerinoides triloba triloba* (Reuss)  
*G. t. immatura*, *G. t. sacculifera* (Reuss)  
*Globorotalia mayerii* Cushman y Ellisor  
*G. johsi robusta* Bolli  
*G. johsi lobata* Bermúdez  
*G. johsi johsi* Cushman y Ellisor  
*Gl menardii* (d'Orbigny)  
*Globigerina venezuelana* Hedberg  
*Siphogenerina lamellata* Cushman  
*S. transversa* Cushman

*Valvulineria inaequalis* (d'Orbigny)  
y otras especies de intervalo vertical de ocurrencia variable,  
diferentes de las mencionadas anteriormente.

Sedimentos de esta edad (Mioceno Medio a Inferior, Formación Oficina) están presentes desde la secuencia cortada por el pozo Los Pobres-1, hacia el este en la línea de sección, hasta el pozo Texas-2. (Fig. 2 y Tabla 2).

#### 6. Formación Temblador (Cretáceo Superior)

Sedimentos de edad Cretácico y secciones asignadas a la Formación Temblador han sido estudiados en el pozo Ma-

napire-1 (Figura-2). La sección 3480-5020' está constituida por potentes cuerpos de areniscas y arenas con intercalaciones de poca potencia de lutitas, y ocasionales intercalaciones de limolitas; las areniscas son de grano medio a grueso de color gris claro, sueltas, separadas por limolitas arenosas y lutitas arenosas, micáceas. Las lutitas arenosas son de color gris-negruzco, carbonáceas y micromicáceas, contienen agregados limolíticos y granos de marcasita. Tanto la fauna bentónica *Ammobaculites colombianus* Cushman y Hedberg, como la planctónica *Globigerina cretacea* d'Orbigny, *Gumbelitria* sp. y *Globotruncana* sp., certifican la edad Cretáceo y el ambiente Nerítico Exterior asignados a esta parte de la Formación Temblador.

La sección de 5020-5131' también del Cretáceo está constituida por lutitas que varían en color desde púrpura a varios tonos de rojo, marrón y rojo ladrillo. Estas lutitas son arcillosas, limolíticas, englobando areniscas caolínificadas de grano fino a grueso. Los sedimentos de esta sección posiblemente son continentales.

#### 7. Formación Carrizal (Paleozoico)

Secciones Paleozoicas asignadas a la Formación Carrizal están presentes a través de los pozos de la sección estudiada.

a) *Altamira-1* (porción de 3600' a 3710'). Esta sección está constituida por intercalaciones de lutitas, limolitas y



areniscas, predominando la ocurrencia de limolitas de color gris a gris-claro, de grano muy fino, cementadas, micromicáceas y con pirita, hay intercalaciones de argilita gris clara, muy duras.

b) *Pericocal-1* (porción de 5058' a 5336'). Esta secuencia está constituida por sedimentos rojizos, compuestos de lutitas y arcilitas de color rojizo, existen intercalaciones de bandas de lutitas calcáreas, laminares, muy finas y lutitas cloríticas de característico color verde.

c) *Carrizal-1* (porción de 3645' a 5243'). A la sección descrita por Stover (3) como limolita calcárea, arcillosa, de color gris y gris verdosa, actualmente se le asigna una edad *Devónico-Carbonífero Inferior*, determinada por la presencia de entes marinos diagnóstico, que incluyen los siguientes géneros: *Gorgonisphaeridium*, *Michrystidium* y *Dictyotidium*, los cuales vivieron en un ambiente *Nerítico Exterior*.

Los límites de la Formación Carrizal son determinados claramente por sus caracteres litológicos; el límite superior es notable debido al cambio litológico que se observa de las lutitas grises oscuras carbonáceas del Temblador a las lutitas grises claras, limolitas, areniscas y sedimentos rojizos del

Carrizal. El cambio en el límite basal es todavía más drástico, ya que esta formación sobreyace el complejo basamento ígneo-metamórfico.

Stover (3) determina secciones Paleozoicas perforadas por los pozos: Carrizal-1, Tres Matas-1, Hato Viejo-1 y Suata-1 en los cuales encontró sedimentos marinos, probablemente depositados en *Ambiente Nerítico Exterior*. Actualmente se están procesando muestras de las secciones correlativas de los pozos Pericocal-1 y Altamira-1 para extender más la presencia del Devónico-Carbonífero inferior marino hacia el oeste en la línea de sección estudiada. (Ver Fig. 2).

## II - PALEOECOLOGIA

A continuación se describen las diferentes biofacies encontradas en la sección O-E (Fig. 2); así mismo, se muestra la distribución vertical y horizontal de estas biofacies, las cuales se discuten interpretándolas de acuerdo a la clasificación de ambientes de sedimentación de Hedgpeth (4), según aparece en la Fig. 3.

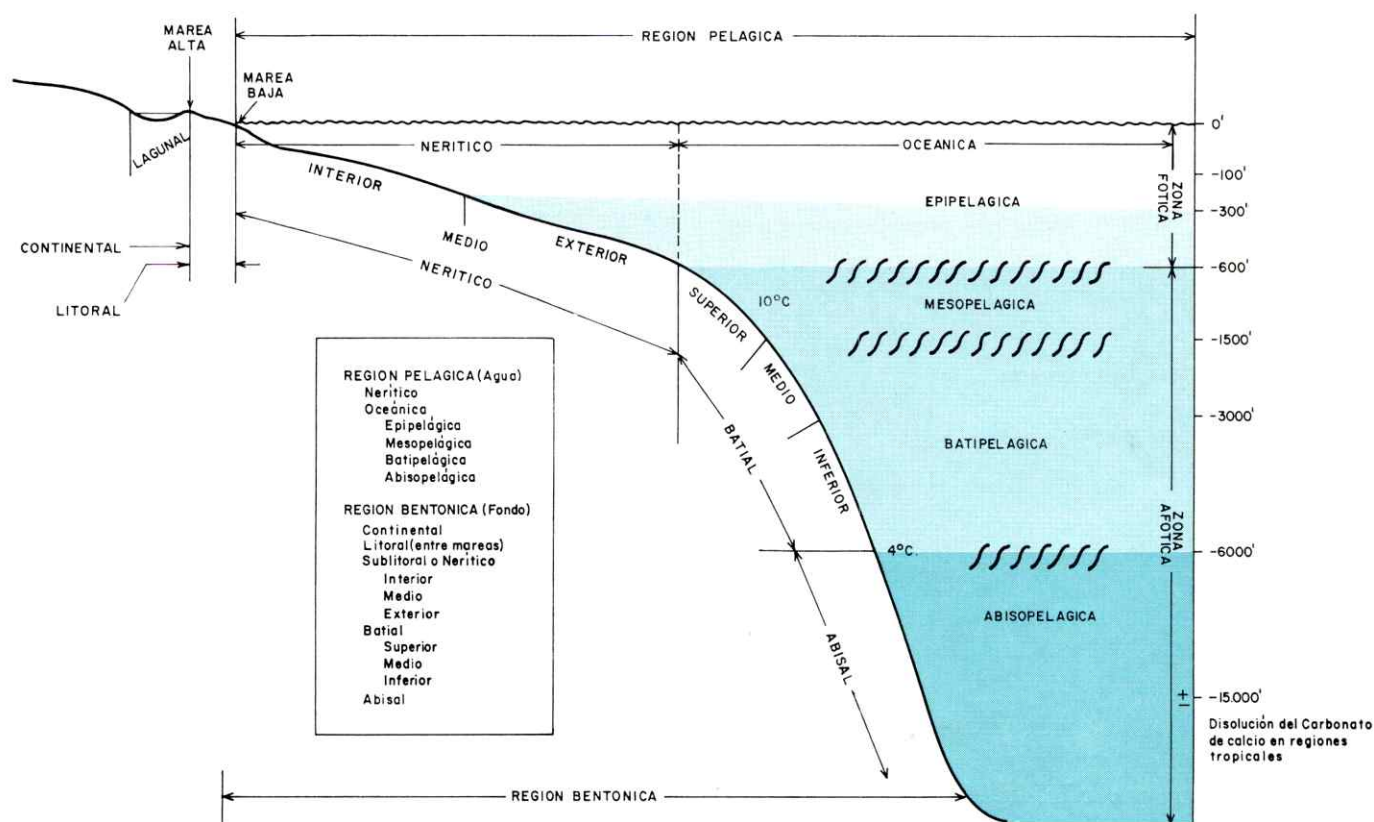


Fig. 3. Clasificación de Profundidades marinas, relacionadas a sedimentación.

1. *Facies de sedimentación en aguas salobres*

Esta deposición es típica de la Formación Las Piedras, donde los sedimentos no contienen microfósiles o, si hay algunos presentes, estos son arenáceos incluyendo *Ammonia* sp., *Ammobaculites* sp. y *Miliammina telemaquensis* Saunders.

Las facies de agua salobre dentro de la Formación Freites se caracterizan por poseer faunas más abundantes, incluyendo la presencia de moluscos piritizados. En general, esto sugiere que estos sedimentos se depositaron en condiciones con influencias más marinas que las que prevalecieron en la sedimentación de la Formación Las Piedras, pero esta sección de la Formación Freites pertenece a la misma deposición de *Aguas Someras Salobres*.

2. *Facies de sedimentación en Aguas Someras*

Las arenas presentes en la sección compuesta predominantemente de arcilitas y de limolitas tienen una distribución irregular, ocurren principalmente en forma lenticular y siempre están formadas de granos de cuarzo fino a muy fino, alternándose con láminas de limolitas y arcilitas; los contactos de los cuerpos arenosos con las capas suprae infrayacentes son transicionales y a veces abruptos. Las intercalaciones de capas de lignitos son ocasionales y en algunas capas de arenisca y limolita es frecuente encontrar glauconita de forma botroidal.

La fauna arenosa presente es muy escasa y ocurre esporádicamente, y en su totalidad siempre se le encuentra en las arcilitas limosas. Esta fauna está representada por las siguientes especies arenosas:

*Eggerella forestensis* Bronnimann

*Haplophragmoides* sp.

*Trochammina* cf. *pusilla* Høglund

*Hipocripinella hirudinea* Saunders

Esta fauna se considera que pertenece a la parte activa del frente deltaico.

En algunas áreas (prodelta), las faunas foraminíferas se hacen muy pobres y solamente están presentes raros especímenes de *Rhabdammina* sp. Esto se ha observado en sedimentos de El Salto-7A y se ha interpretado como sedimentación de prodelta; la ocurrencia de esta fauna es muy pobre, lo cual sugiere que se ha depositado en condiciones de aguas turbias, cerca del delta y en fondos compuestos de limos de grano muy fino o barrosos.

3. *Facies de sedimentación Nerítico Interior (4)*

Este ambiente de sedimentación se individualiza por la inclusión de faunas típicas de deposición en aguas someras salobres, como: *Ammonia beccarii*, *Miliammina telemaquensis*, *Arenoparella* sp., *Elphidium* sp., *Trochammina* sp., etc. Estos conjuntos de foraminíferos se encuentran asociados a arcilitas ligníticas y limolitas también con lignitos. Así mismo, hay intercalaciones que prácticamente tienen la misma litología, pero presentan faunas típicas de deposición sublitoral exterior como: *Cassidulina* sp., *Nonionella* sp., *Robulus* sp., *Buliminella* sp., etc.

4. *Facies de sedimentación Nerítico Exterior (4)*

Otra vez existe interdigitación de las faunas calcáreas que identifican este tipo de facies (*Cassidulina* spp., *Bolivina* sp., *Nonionella* spp., *Gyroidina* sp., *Bulimina* sp., etc.) y otras que identifican las facies Nerítico Interior (*Miliammina telemaquensis*, *Elphidium* sp., *Ammobaculites* sp., etc.), pero el conjunto muestra que las faunas pertenecen a este ambiente de sedimentación, *Nerítico Exterior*.

5. *Facies de sedimentación en Ambiente Arrecifal*

Las faunas presentes en estos ambientes están compuestas por foraminíferos calcáreos indicativos de condiciones de mar abierto en la zona sublitoral, asociados a condiciones ambientales de arrecifes o cerca de arrecifes, tales como: *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, *Planorbulinella trinitatis* Nuttall, entre los ricos conjuntos de foraminíferos; además, en algunos casos se han encontrado fragmentos de corales.

## VARIACIONES LATERALES DE LAS PALEOFACIES

*Formación Carrizal (Paleozoico)*

Actualmente se sabe, por palinología, que durante la sedimentación de esta secuencia, existían condiciones marinas (*Marino Abierto o Nerítico Exterior*), debido a la presencia de ACRITARCOS en los sedimentos de la Formación Carrizal (3).

*Formación Temblador (Mesozoico)*

Con dos excepciones (una en el Pozo Pericocal-1 y otra en el Pozo Manapire-1), la secuencia presente de la Formación Temblador se determina como una ocurrencia de sedimentos de origen continental.

La primera excepción en el pozo Pericocal-1 puede representar un fenómeno de deslizamiento (bloque derivado). La segunda excepción en el pozo Manapire-1, es mucho más difícil de explicar debido a que el conjunto de microfósiles presentes a través de la sección Cretácica, corrobora la aislada condición de sedimentación *Marina Abierta* o *Nerítica Exterior* que prevalecía durante la acumulación de sedimentos del Cretácico, en este pozo.

#### Formación Oficina / Chaguaramas (Terciario)

Al este del área del Pozo El Tigre-2 (ver sección O-E, Fig. 2) prevalecían condiciones de sedimentación marina: *Nerítica Interior* y *Exterior*, con vestigios de formación de arrecifes.

Al oeste, hacia el área del Pozo Los Pobres-1, se observa que condiciones *Marinas Nerítico Interior* dominaban la sedimentación; además, se determina interdigitación de estos sedimentos con otros de sedimentos *Lagunares*. Así mismo, condiciones *Neríticas* vuelven a presentarse en las áreas de los pozos Altamira-1 y Manapire-1, siguiendo un abrupto cambio a condiciones de sedimentación *continental* hacia el área del Pozo Machete-1.

#### Formación Freites (Terciario)

Hacia el este, las condiciones de sedimentación dominantes son las *Neríticas Exteriores*, transformándose a *Neríticas Interiores*, reaparecen en El Tigre-2 y son predominantes en el área de Hamaca-1; además, también existen condiciones arrecifales en las áreas de los pozos Sotil-1, hacia El Tigre-2 y condiciones de marcada *sedimentación deltaica* predominan en la secuencia (Freites) en el Pozo Oritú-9.

### VARIACIONES VERTICALES DE LAS PALEOFACIES

Tres unidades mayores de paleoambientes de sedimentación se demuestran en la sección O-E. (Ver Fig. 2).

Además es notable cierta distorsión debida a que porciones de la línea de sección "E-O" son tangenciales al paleo-buzamiento que prevalecía durante algunos (o todos) los eventos históricos de sedimentación (5).

#### Unidad I (Texas-2 al Tigre-2)

La unidad I representa una secuencia de sedimentación *Nerítica Exterior-Nerítica Interior-Lagunar*, con condiciones arrecifales restringidas principalmente en la porción representativa de la sedimentación *Nerítica Exterior*. El desarrollo de deposición deltaica presente en el Oritú-9 puede indi-

car proximidad a la zona de bisagra durante la sedimentación de la Formación Freites Inferior y Medio. La unidad I representa una secuencia sedimentaria depositada en una unidad estructural en el proceso de levantamiento.

#### Unidad II (El Tigre-2 hasta Pericocal-1)

Al contrario de la Unidad I, la Unidad II representa una secuencia sedimentaria de deposición *Continental-Nerítica Interior-Nerítica Exterior*, sedimentándose en una unidad estructural subsidente. Las aisladas ocurrencias de sedimentos *Nerítico Exteriores* en la Formación Chaguaramas del pozo Carrizal-1 pueden representar bloques caídos (*slump blocks*) (5).

#### Unidad III (Altamira-1 hasta El Machete-1)

Aparte de las condiciones para la formación de arrecifes y desarrollo de deposición deltaica, las otras condiciones de sedimentación son similares a las que prevalecían en la Unidad I; así mismo, el arreglo de la secuencia vertical en la Unidad III sugiere que el área era un lugar que estaba levantándose durante la sedimentación.

### III - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio muestra el importante valor que tiene el empleo de los conjuntos de foraminíferos en la definición y determinación de las biofacies paleoambientales de sedimentación en la secuencia Terciaria presente en el flanco sur de la Cuenca Oriental de Venezuela.

La determinación de las variaciones verticales y horizontales de las biofacies está sustentada por la presencia y establecimiento de los conjuntos faunales en cada uno de los paleoambientes determinados. Estas condiciones (diferentes biofacies) probablemente son reflexiones de la inestabilidad de la plataforma durante la sedimentación en el Mioceno (6).

Se determinaron paleoambientes arrecifales en la Formación Freites en los pozos El Tigre-2, El Salto-7A, Soledad-1, Caritos-1, al igual que en la Formación Oficina en los pozos El Tigre-2, Sotil-1, Caritos-1, y Texas-2. (Ver Tabla 3).

Se recomienda que estudios similares a estos se efectúen en secciones de pozos perforados al sur del área. Los posibles beneficios por obtener con este esfuerzo incluyen: 1) elineación (ubicación en tiempo y espacio) de paleoambientes arrecifales durante la sedimentación de las formaciones Freites y Oficina. 2) delineación de las secuencias de sedimentos de deposición anormal profunda; algunos de los

*Bioestratigrafía y distribución de biofacies*

Pozo	Intervalo (en pies)	Formación
El Tigre-2	4350 - 5330	Freites
	6200 - 6400	Oficina
El Salto-7A	4720 - 5590	Freites
Soledad-I	7200 - 7800	Freites
Sotil-I	6100 - 6250	Freites
	10150 - 10450	Oficina
Caritos-1	5040 - 5771	Freites y Oficina
Texas-2	8200 - 8550	Oficina

Tabla 3. Paleoambientes arrecifales en el flanco sur de la Cuenca Oriental, Venezuela.

cuales están presentes o se conocían en el área de Cerro Negro y 3) variación de paleoambientes normales al rumbo.

La expansión geográfica del área de estudio proveería a las compañías operadoras de una invaluable herramienta para la explotación.

## REFERENCIAS

1. RENZ, H. H. Stratigraphy and Geological History of Eastern Venezuela *Geologische Rundschau*, 1957. 45 (3): 728-753.
2. BOLLI, H. M. Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad B.W.I. *U.S. Nat. Mus., Bull.* 215. 1957. 97-123 p.
3. STOVER, L. E. Palynological dating of the Carrizal formation of Eastern Venezuela. *A.V.G.M.P. Bull.* 1967. 10 (10): 288-302.
4. HEDGPETH, J. W. *Treatise on Marine Ecology and Paleontology*. Voli 1, Ecology: Geol. Soc. Ame., New York. 1957.
5. KUGLER, H. G. Jurassic to Recent sedimentary environments of Trinidad; *Bull. Ass. Suisse. des. Geil. et Ing. du Pétrole*. 1953, 20 (59): 27-60
6. RENZ, H. H. Stratigraphy and Fauna of the Agua Salada Group. State of Falcon, Venezuela *Geol. Soc. Ame. Mem.* 32, 1948, 219 p.

Recibido: 26-8-80

Aprobado: 10-9-80