

83



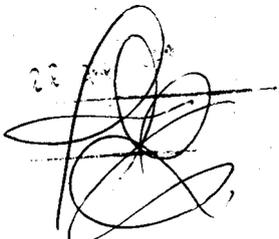
D-3737

001.0
B533
c.2

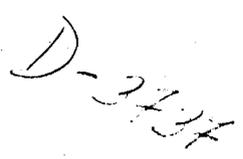
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA GEOLOGICA, DE MINAS Y PETROLEO

INVENTARIADO 16 MAR 1980
RESPONSABLE

"GEOLOGIA Y TECTONICA DEL AREA
DEL GOLFO DE SANTA FE"

TESIS DE GRADO 

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO 

POR: GERARDO BERRONES H.

DECLARACION EXPRESA:

DECLARO QUE: Hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, son de mi exclusiva responsabilidad, y que el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

DEDICATORIA

A MI MADRE, que con abnegación
supo enrumbarme hasta la culmi
nación de mis estudios.

A mi padre y hermanos por su
invalorable estímulo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	0
CAPITULO I.- Introducción	1
1.1 Objetivos y alcance del estudio	1
1.2 Investigaciones previas	2
1.3 Método de trabajo	5
1.4 Agradecimientos	6
CAPITULO II.- Fisiografía	7
2.1 Localización del área	7
2.2 Clima, vegetación y fauna	7
2.3 Relieve y drenaje	11
2.4 Geografía Económica	12
CAPITULO III.- Geología Regional	14
3.1 Estratigrafía	14
3.2 Paleogeografía	21
3.3 Tectónica	22
CAPITULO IV.- Geología Local	26
4.1 Estratigrafía	26
4.1.1 Formación Barranquín	26
4.1.1.1 Miembro Venados	27
4.1.1.2 Miembro Morro Blanco	31
4.1.1.3 Miembro Picuda-Taguarumo	34

	Pág.
4.1.1.4 Valor práctico de esta separación	39
4.1.2 Formación El Cantil	42
4.1.3 Aluviones cuaternarios	46
4.2 Sedimentología	49
4.2.1 Descripción de estructuras sedimentarias	49
4.2.2 Ambientes de sedimentación	53
4.3 Geología Estructural	59
4.3.1 Macroestructuras	60
4.3.2 Microestructuras	68
4.3.3 Determinación de esfuerzos principales	70
4.3.4 Principales eventos tectónicos	76
4.4 Evolución histórica	78
4.4.1 Evolución de las cuencas de sedimentación	78
4.4.2 Superposición de fases tectónicas	80
4.4.3 Correlación entre las tectónicas local y regional	80
 CAPITULO V.- Geología Económica	 87
5.1 Ocurrencia de depósitos	88
5.2 Explotación	89
 CAPITULO VI.- Conclusiones y Recomendaciones	 91
Conclusiones	91
Recomendaciones	94
 CAPITULO VII.- Aplicabilidad del Método en el Ecuador	 96
7.1 Introducción	96

	Pág.
7.2 Breve descripción del método	97
7.3 Observaciones	98
7.4 Conclusiones	101
ANEXO 1	104
ANEXO 2	125
BIBLIOGRAFIA	133

M A P A S:

MAPA # 1 Situación Relativa	8
MAPA # 2 Localización de Estaciones y Cortes	final
MAPA # 3 Cortes Geológicos Esquemáticos	final
MAPA # 4 Mapa Geológico-Estructural	final

FIGURAS:

Fig. # 1 Histogramas de Precipitaciones	10
Fig. # 2 Provincias fisiográficas del Norte	15
Fig. # 3 Cuadro de Correlación	20
Fig. # 4 Columna Estratigráfica generalizada	48
Fig. # 5 Variación de espesores de capas	51
Fig. # 6 Estructuras Flaser y Gradación	52
Fig. # 7 Localización del Manantial de Yaguaracual	54
Fig. # 8 Corte estación # 22	62
Fig. # 9 Estado de tensión producido por compresión	68

	Pág.
Fig. # 10 Diagrama de frecuencia: estratificación	72
Fig. # 11 Diagrama de frecuencia: ejes de pliegues	72
Fig. # 12 Diagrama de frecuencia: fallas inversas	73
Fig. # 13 Diagrama de frecuencia: fallas normales	73
Fig. # 14 Diagrama de frecuencia: microfallas	74
Fig. # 15 Diagrama de frecuencia: microfallas	74
Fig. # 16 Diagrama de frecuencia: microfallas	75
Fig. # 17 Diagrama de frecuencia: diaclasas	75
Fig. # 18 Mecanismo de deformación propuesto	83
Fig. # 19 Pliegue anticlinal obtenido por estratificación	86
Fig. # 20 Disposición de estructuras	98
Fig. # 21 Localización de afloramientos	99
Fig. # 22 Diagrama de frecuencia: ejes de pliegues	102

FOTOGRAFIAS:

Foto # 1 Panorámica de la Península Manare	12a
Foto # 2 Pliegue volcado en estación # 17	62
Foto # 3 Falla inversa en Punta Tentenocaigas	65
Foto # 4 Corrimientos	66
Foto # 5 Falla normal	82a
Foto # 6 Pliegues volcados	102

R E S U M E N

La región del Golfo de Santa Fé se localiza en el distrito Sucre, Estado Sucre, y está formando parte de la Serranía del Interior o "Bloque Oriental".

Litológicamente es una secuencia sedimentaria Cretácica (Barremo-Aptiense) de cuarzarenitas de grano grueso, submaduras, con estratificación cruzada; niveles laminados de cuarzarenitas finas maduras, lutitas carbonosas y lutitas areno-limosas; entre ellas se dispone una secuencia de areniscas calcáreas, biomicritas y biopelmicitas que constituyen un horizonte de correlación.

Representan un ambiente de sedimentación transicional con un carácter continental en la base (llanura costera fluvial) pasando luego a llanuras o lagunas tidales que evolucionan a una interrelación de zonas de canales, marismas, lagunas e Islas-barrera de rápida transición; termina la secuencia en condiciones de plataforma marina abierta evidenciando una transgresión marina.

Se diferencian por lo menos dos eventos compresivos; el más antiguo e importante parece ser resultado de varias fases y un mismo rumbo general NNW-SSE; el otro más reciente es de menor magnitud y de sentido EW. La tectónica es de carácter "supracortical compresiva" afectando a la cobertera y sin intervención del basamento.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente trabajo es el resultado de una de las pasantías cumplidas gracias a un acuerdo entre el Ministerio de Energía y Minas de la República de Venezuela y la Escuela Superior Politécnica del Litoral, el cual permitió que estudiantes del Departamento de Geología, Minas y Petróleos de esta última Institución recibieran un entrenamiento previo a la obtención de su título de Ingenieros Geólogos, trabajando incorporados por el lapso de un año en los equipos investigativos de la Dirección de Geología de Venezuela.

Al autor se le asignó un área localizada en la zona Nor-Oriental, con acceso desde las ciudades de Puerto La Cruz, Barcelona y Cumaná, en la cual se realizaron los trabajos de levantamiento geológico y estudio tectónico bajo la asesoría de la División de Exploraciones Geológicas, comprometiéndose al final del mismo a presentar el informe correspondiente como retribución lógica a la oportunidad brindada.

1.1 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO:- Los propósitos perseguidos se centraron a:

- Realizar el levantamiento Geológico de un área aproximada de 160 Km². localizada en el Nor-Oeste del Estado Sucre; para lo cual se utiliza un mapa base de escala 1:25.000.
- .- Confeccionar algunas secciones generalizadas para tener una visión global de la disposición estratigráfica y estructural.
- .- Extender la separación de los miembros de la formación Barranquín más allá de la zona tipo en que fueron descritos tratando de encontrar evidencias que permitan definir su validez y alcance.
- .- Determinar la dirección de los ejes principales de esfuerzo, así como también delimitar los rasgos técnicos principales; para lo cual se elaboran diagramas estereográficos basados en el ploteo sistemático de espejos de microfallas, planos de estratificación y ejes de pliegues.

1.2 INVESTIGACIONES PREVIAS:- La zona objeto del presente estudio, como parte integrante de la llamada Serranía del Interior, ha sido estudiada por varios geólogos tanto pertenecientes a los cuadros técnicos de las compañías petroleras como a los profesionales de la Dirección General de Geología, de entre los cuales se mencionan los siguientes:

R. A. LIDDLE (1928): Define por primera vez las formaciones Barranquín y El Cantíl, entre otras, y que son las que afloran en la zona motivo de este estudio: señala los tipos dominantes de litología y las semejanzas que existen entre ellas.

H. HEDBERG Y A. PYRE (1944): En su trabajo "Stratigraphy of Northeastern Anzoategüi, Venezuela"; apoyándose en un detallado estudio estratigráfico proponen un modelo de evolución histórica para esta cuenca, determinando además un mejor conocimiento sobre las edades de las distintas formaciones aflorantes en esta zona, gracias a un extenso estudio paleontológico de las varias colecciones de fósiles por ellos recolectadas.

H. HEDBERG (1950). Autor de "Geology of the Eastern Venezuela Basin", propone por primera vez el nombre de Grupo Sucre para designar a las formaciones continental (?) someramente marinas del Cretáceo inferior y medio (Barranquín, El Cantil y Chimana), basándose en sus analogías litológicas y caracteres geológicos comunes y considerando que se hallan muy bien expuestas en el Estado del mismo nombre.

E. ROD Y W. MAYNC (1954): Publican: "Revision of Lower Cretaceous Stratigraphy of Venezuela", considerando en él que la formación El Cantil ha sido mal descrita y en una sección incompleta. Proponen un cambio a otra

localidad tipo en que se encuentra una sección más completa, la denominan formación Borracha, y la separan en tres miembros: Borracha superior, Miembro García (lutáceo) y Borracha inferior. Esta clasificación no tiene vigencia en la actualidad, conservándose el nombre de formación El Cantil.

E. VON DER OSTEN (1954): Es quizás el único autor que ha publicado un estudio previo de esta área específica; los resultados fueron expuestos bajo el título "Geología de la Región de la Bahía de Santa Fé, Estado Sucre". Aquí el autor divide a esta formación Barranquín en 4 miembros basándose en la variación de los porcentajes litológicos constituyentes, apoyándose en un horizonte guía. (una discusión respecto del alcance de la validez de esta separación será abordada posteriormente).

H. ROSALES (1958): En un análisis de la formación El Cantil - (Borracha) revalida su antiguo nombre delimitando su alcance y proponiendo una localidad tipo bien definida además de señalar sus cambios laterales de facies y los porcentajes litológicos de cinco secciones diferentes en la Serranía del Interior.

H. ROSALES (1960): Publica en las memorias del III Congreso Geológico Venezolano: "Estratigrafía del Cretáceo-Paleoceno-Eoceno de la Serranía del Interior, Oriente de Venezuela", en el cual concluye que aún cuando

los dos miembros superiores de la formación Barranquín (Picuda y Taguarumo), pueden ser diferenciados hacia el Norte, no pueden serlo hacia el Sur, puesto que no afloran el par de calizas gemelas que son la base de dicha separación proponiendo abandonar el nombre de Taguarumo y denominando miembro Picuda a toda esta sección.

1.3 METODO DE TRABAJO:- Para recopilar la información se recurrió al método de medición sistemática de afloramientos, estas medidas fueron ploteadas sobre un mapa base de la Cartografía Nacional en escala 1:25.000. En los afloramientos que presentaban abundantes microfallas, se midieron éstas para delimitar el sentido de movimiento de fallas grandes a las que estuvieran ligadas, ó para elaborar diagramas que permitirían determinar la orientación de los ejes principales de esfuerzo causantes de estas estructuras.

Para la fotointerpretación se utilizaron fotografías aéreas de la Cartografía Nacional disponibles a escala 1:25.000 y que cubren nítidamente toda el área de estudio.

Los datos de microfallas que existían en suficiente cantidad como para elaborar un diagrama significativo de esfuerzos fueron ploteados en red estereográfica de Schmidt.

Se prepararon y estudiaron 44 muestras de rocas en secciones finas, correspondiendo 22 a rocas detríticas y 22 a rocas calcáreas. El análisis se realizó por el método de "conteo" de granos a lo largo de una línea recta, guardando siempre el concepto de proporción en relación de tamaños.

1.4 AGRADECIMIENTOS: Se agradece al Dr. Alirio Bellizzia, Director General de Geología de Venezuela, por permitir la utilización de este trabajo como tesis de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo.

El autor quiere dejar expresa constancia de su agradecimiento al personal de la División de exploraciones, zona Nor-Oriental, especialmente a los Ings. Víctor Campos C. y Héctor Ortíz G., quienes orientaron el trabajo, proporcionando además Bibliografía, sugerencias y correciones. Igualmente al Ing. Víctor Vivas que colaboró en la etapa de campo, y a la técnico Josefina Rukóz que preparó las muestras para separar microfósiles.

Finalmente el reconocimiento para el personal del Departamento de Ingeniería Geológica, de Minas y Petróleos, especialmente al Ing. Jorge Calle G., Director de Tesis, y al Ing. Eugenio Nuñez del Arco, por sus valiosas sugerencias.

CAPITULO II

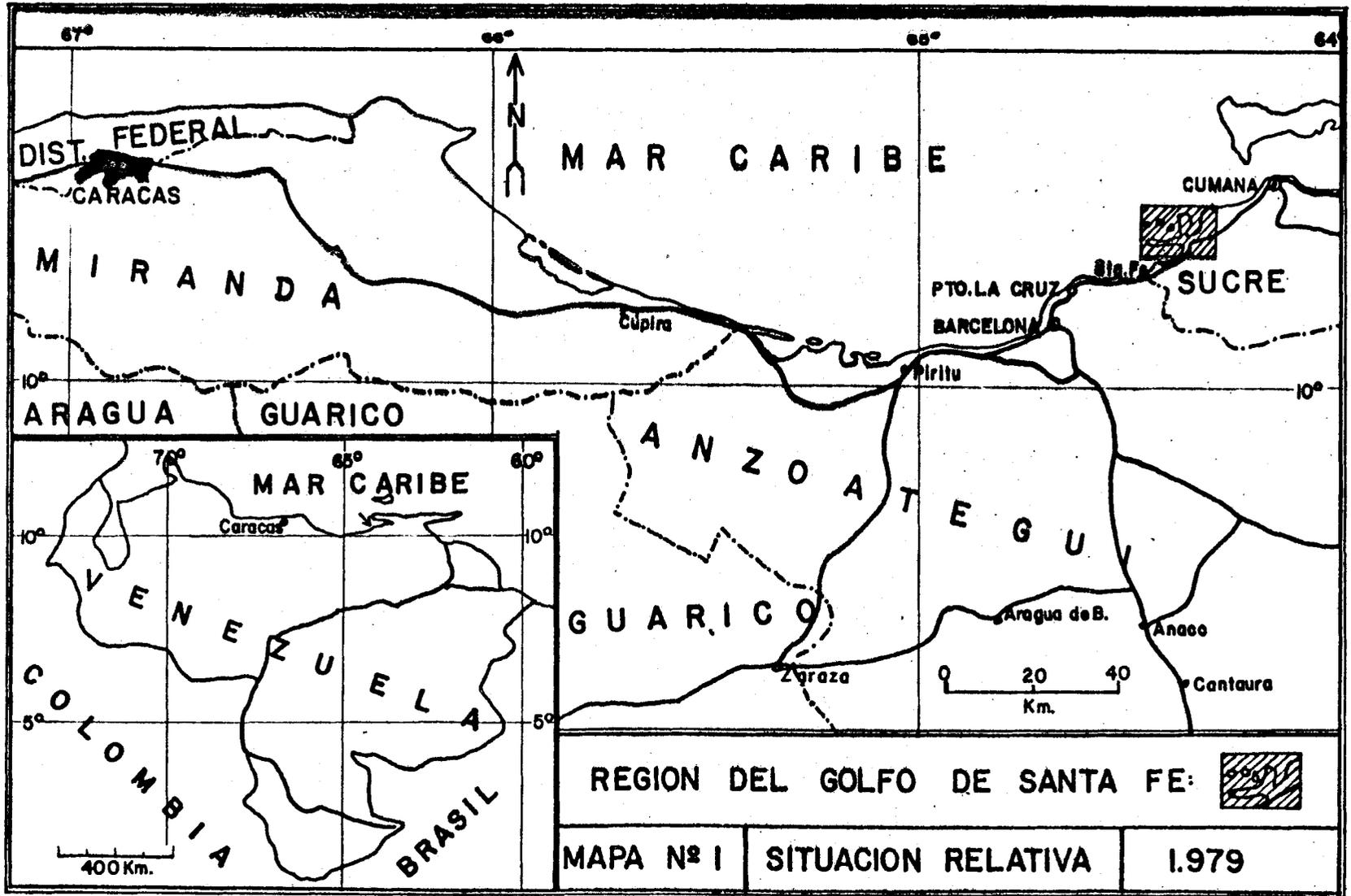
FISIOGRAFIA

2.1 LOCALIZACION DEL AREA:- El área cubierta, aquí denominada Area del Golfo de Santa Fé, se encuentra ubicada en el Municipio Santa Fé, distrito Sucre, con aproximadamente 160 Km.² de superficie en el Nor-Oeste del Estado Sucre (Mapa #1). Se localiza en las cartas geográficas # 7346 y #7347 de la cartografía Nacional cuyas coordenadas geográficas delimitantes son:

10°17'36" y 10°25'04" de Latitud Norte; y
64°16'39" y 64°28'14" de Longitud Oeste.

2.2 CLIMA, VEGETACION Y FAUNA:- Esta zona, al igual que casi todas las regiones costeras de Venezuela, tiene un clima árido a semiárido con dos estaciones climáticas durante el año; una seca o Verano que generalmente se extiende de Diciembre a Mayo, y otra lluviosa o Invierno que va desde Junio a Noviembre.

Las precipitaciones varían a lo largo del área, siendo más pobres hacia el Norte y aumentando de magnitud hacia el Sur. Elaboramos histogramas de los datos registrados en las estaciones plubiométricas de Cumaná y



MAPA Nº 1

SITUACION RELATIVA

1.979

Puerto La Cruz que son válidos para la región. (Fig. #1).

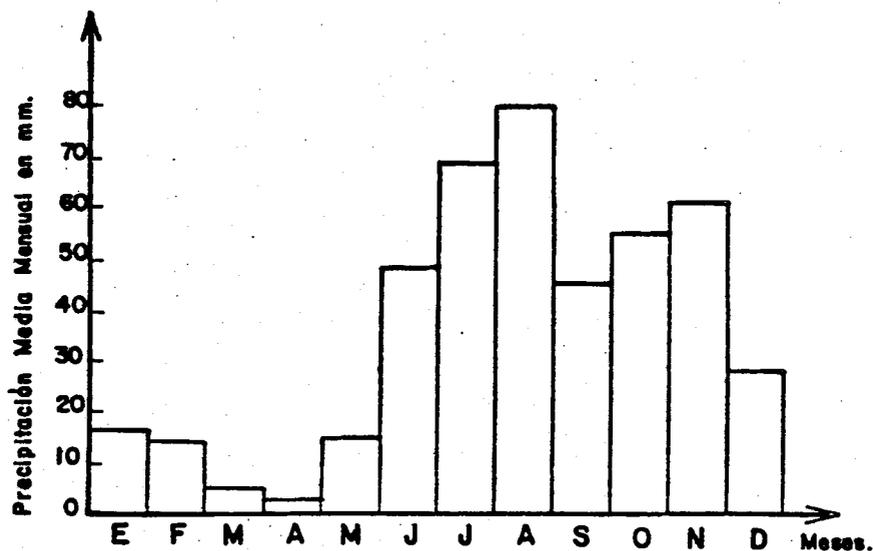
La temperatura permanece estable con pequeñas fluctuaciones durante todo el año; con valores que varían desde 23° hasta 29° siendo más cálida la estación lluviosa. El clima es atenuado por la presencia de brisas marinas que modifican la temperatura. La humedad relativa media anual es de 76%. (A. Freile, 1968).

La vegetación en la zona varía más en relación con la precipitación que con el suelo sobre el que se desarrolla, hacia el Norte ocurre vegetación propia de climas áridos mientras hacia el Sur se va haciendo progresivamente más tupida. A pesar de esta gradación la generalidad de la zona está cubierta de arbustos que forman una maleza impenetrable durante todo el año, salvo las pocas áreas que son utilizadas para la agricultura.

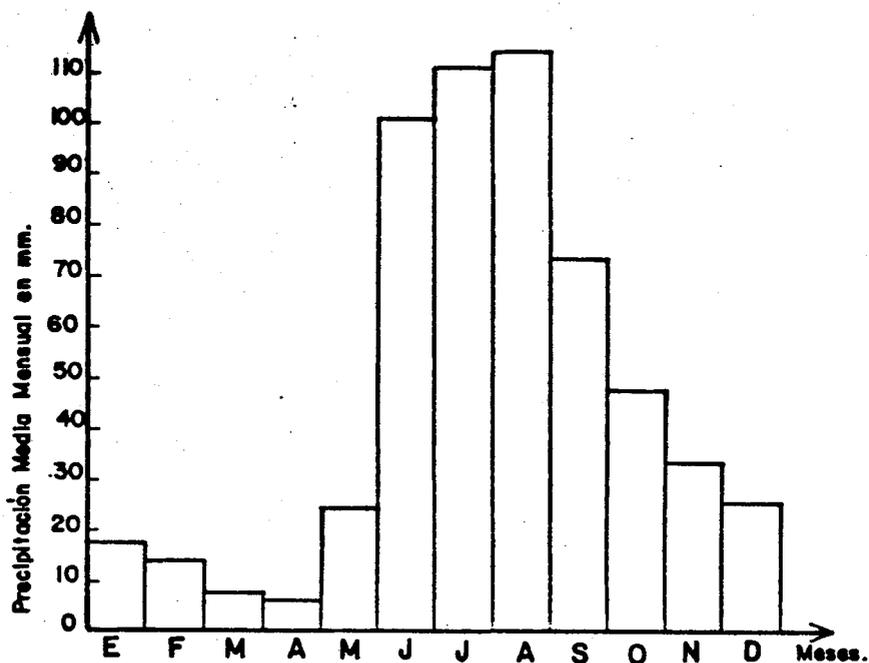
Von der Osten (1954) identificó en las islas una vegetación xerofítica que es la misma de la parte Norte y compuesta por cardones y tunas (*Opuntia Tuna*, *Melocactus Communis*, *Cereus Deficiens*), guaritoto (*Tragia Colubis*), ñaragato (*Mimosa Distachya*), así como también arbustos no espinosos.

La fauna silvestre está representada por venados, váquiros, pumas, lapas, jaguares, monos, iguanas, culebras, etc. Existen además algunas variedades de aves y en el mar se desarrolla abundantemente todo tipo de pe-

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES.



ESTACION DE CUMANA; Años de Registro: 1945-63



ESTACION DE PUERTO LA CRUZ; Años de Registro: 1951-60

FIG. Nº 1

ces, corales, crustáceos, moluscos, etc.

2.3 RELIEVE Y DRENAJE:- La región en referencia consti
tuye parte de la llamada Serranía de Interior que junto con otras zonas montañosas del Norte de Venezuela y Trinidad forman la Cadena del Caribe. Esta se caracteriza por formar montañas de alturas considerables por las que discurre ríos y quebradas de valles profundos, muchos de ellos temporales.

La mayor altura de la Serranía del Interior la constituyen las llamadas Montañas Negras, localizadas en la serranía de Turimiquire y que se elevan a 2.500 m. aproximadamente, formando escarpes abruptos en su brusco descenso a los valles aledaños.

Localmente la mayor altura con solo 1.000 m. se encuentra al Sur de la zona en el Cerro Buena Vista, del cual solo abarca una mínima parte; la segunda elevación en importancia es el Cerro de Arrojata con 580 m.

El relieve está controlado por las estructuras en una proporción muy elevada, siguiendo en importancia el control litológico, de tal manera que las elevaciones observadas tienen un marcado sentido EW que coincide con los ejes de estructuras de plegamiento y fallas inversas.

El drenaje presenta un diseño de avenamiento en en-

rejado y dendrítico caracterizado por el control estructural ejercido tanto por pliegues mayores y menores como por fallas. Los valles son en "V", y hacen recorridos cortos salvando diferencias de nivel considerables; de manera que sus cursos se caracterizan por presentar muchas cascadas y rápidos que hacen que podamos clasificarlos como ríos juveniles de etapa temprana. Esta denominación abarca en todo su recorrido a todos los tributarios, pero no es aplicable al curso inferior de los ríos principales que pueden ser clasificados más bien como en etapa de madurez.

La zona presenta muchas de las características del sistema geomorfológico Johnson-Davis descritas para evidenciar una costa hundida en Juventud temprana; entre las que podemos anotar la presencia de numerosas islas, penínsulas, ensenadas y bahías; cerros hundidos y valles ahogados; promontorios y acantilados marinos prominentes, playas de entrada de bahía y deltas de bahía (32, pp. 10, 1954).

2.4 GEOGRAFIA ECONOMICA:- La población más importante de esta zona es Mochima, un pequeño puerto localizado en la bahía del mismo nombre y cuya principal actividad es la pesca, abundante durante todo el año. Otro renglón significativo es el turismo.

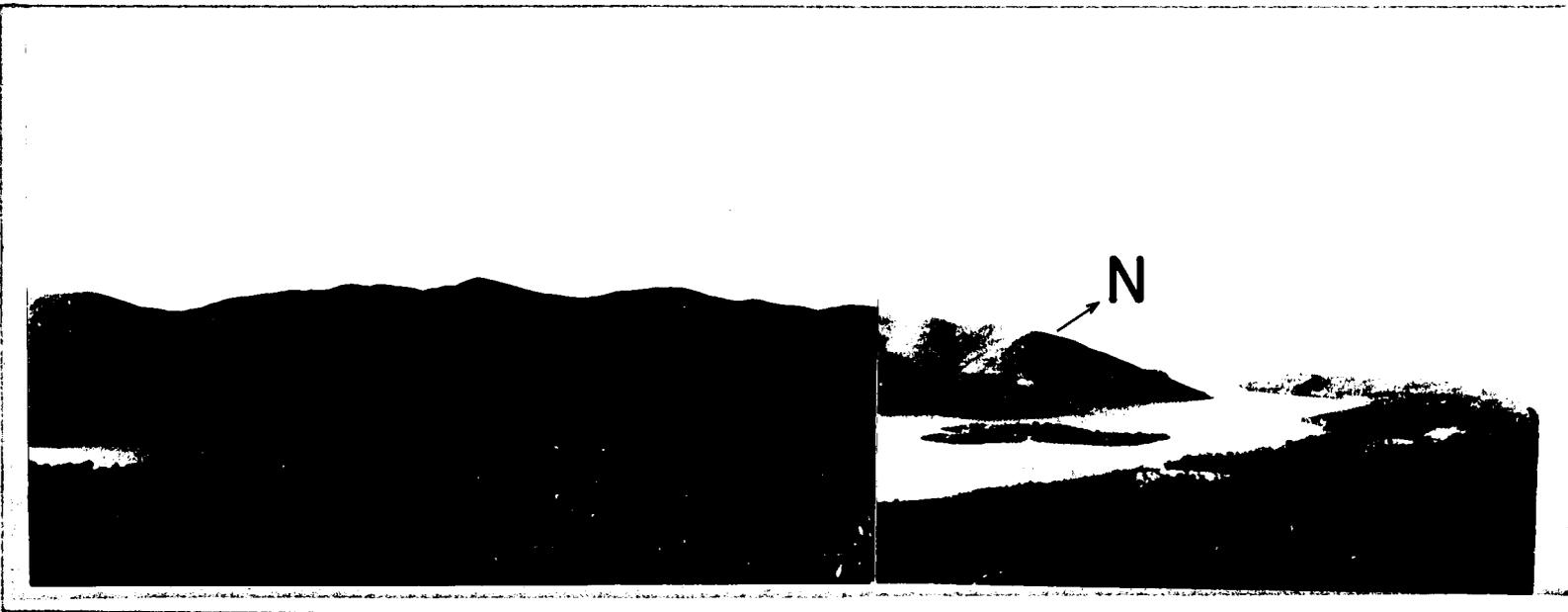


FOTO Nº 1.- Vista panorámica de la Península de Manare (al fondo), y de la Bahía de Mochima. Se observan pequeñas islas, penínsulas, ensenadas y bahías, cerros hundidos y valles ahogados, que permiten que podamos clasificar a esta región, según el sistema geomorfológico Johnson - Davis, como una costa hundida en juventud temprana.

Existen otros vecindarios de poca población a lo largo de la carretera Puerto La Cruz-Cumaná que generalmente se ocupan de la agricultura y del comercio en pequeña escala; el más importante es el de Yaguaracual en donde se ha construido un paradero turístico. Los vecindarios que se hallan a orillas del mar enclavados en las innumerables ensenadas y bahías se ocupan exclusivamente de la pesca.

Las principales vías de comunicación las constituyen la Carretera Puerto La Cruz-Cumaná, la vía Marín-Arriba-Mochima y la que conduce a la torre de Telecomunicaciones de la C.A.N.T.V.; todas ellas son asfaltadas y transitables todo el año. Otra vía de comunicación aunque de menor importancia es el mar, que es utilizado para comunicarse con la ciudad de Cumaná principalmente.

CAPITULO III

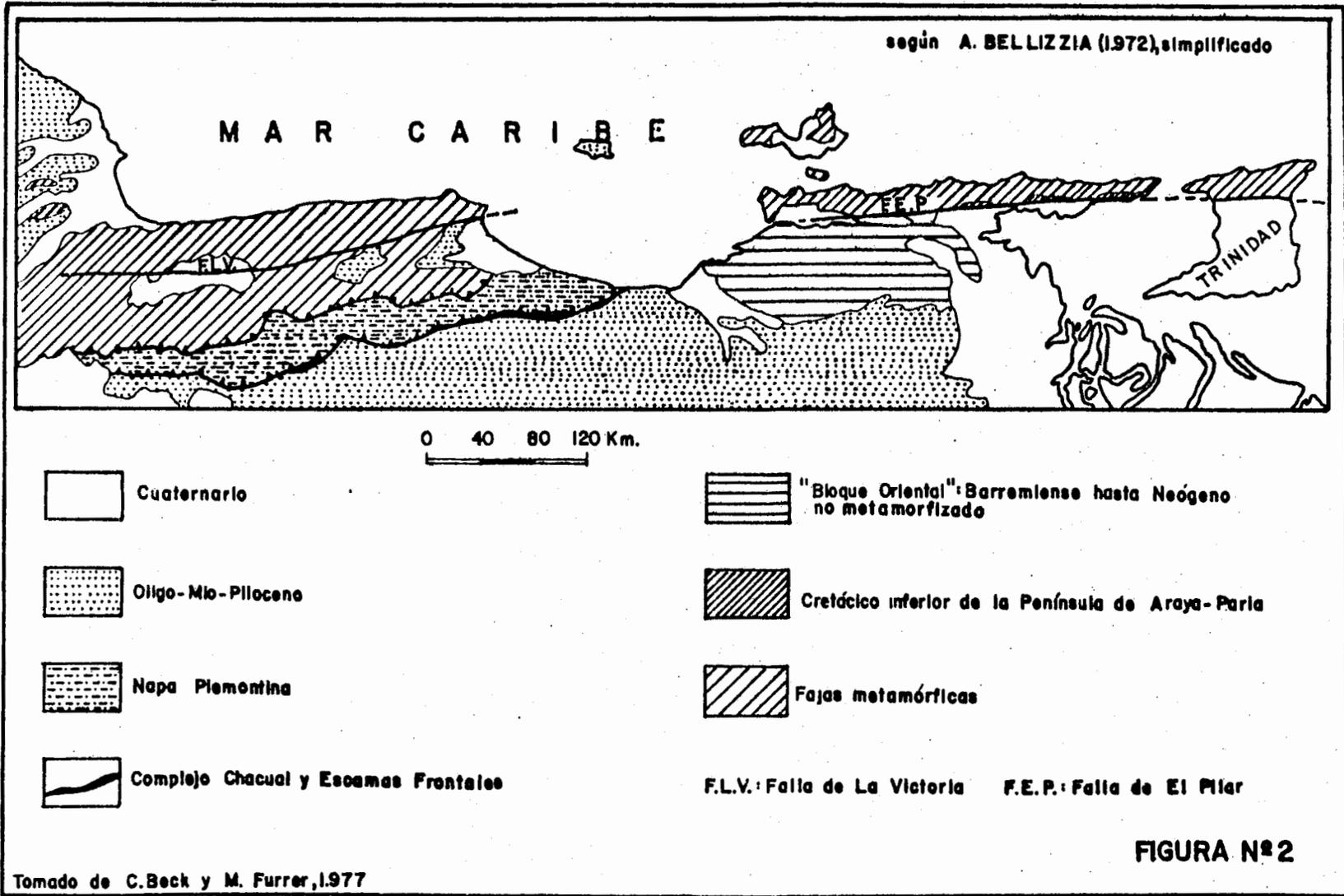
GEOLOGIA REGIONAL

En el presente capítulo se hace una breve descripción del marco geológico regional enfatizando en los caracteres generales que presentan las formaciones Cretáceas-Paleocenas-Eocenas aflorantes en la región. Se trata de reconstruir su evolución histórica con el apoyo de los trabajos previos de algunos autores para lo cual se esquematiza una ligera síntesis de la Estratigrafía, Paleogeografía y Tectónica.

La región Nor-Este de Venezuela, llamada también "Bloque Oriental" (Bellizzia, 1972) se encuentra cubierta por rocas sedimentarias de edades que varían entre el Neocomiense y el Neógeno; son rocas que no han sufrido ningún tipo de metamorfismo pero en cambio han sido muy plegadas y facturadas durante más de un evento tectónico. Hacia el Norte están en contacto de falla con las rocas metamorizadas de las penínsulas de Araya y Paria; hacia el Sur y el Oeste se unen con las rocas del Oligo-mio-plioceno de la cuenca petrolífera Oriental. (Fig. # 2).

3.1 ESTRATIGRAFIA:- El bloque está constituido principalmente por sedimentos Cretáci-

Provincias fisiográficas del Norte de Venezuela



Tomado de C. Beck y M. Furrer, 1977

cos, que se disponen en gran parte hacia su zona Norte; estas rocas en orden cronológico y de más antigua a más joven representan la siguiente secuencia.

Grupo Sucre

Grupo Guayuta

Grupo Santa Anita

GRUPO SUCRE:- Con este nombre se designan las formaciones Barranquín, El Cantil y Chimana, del Cretáceo inferior (Barremiense - Aptiense) denominadas así por H. Hedberg (1937) considerando su excelente desarrollo en el estado del mismo nombre y agrupadas atendiendo a su litología similar y sus facies continental-someramente marinas producidas por un mismo ciclo general de depositación.

El rasgo más distintivo de este grupo es el carácter transgresivo de sus sedimentos que se manifiesta por su "equivalencia lateral de facies diferentes, la interdigitación y la repetición cíclica de las condiciones ecológicas". (Rosales, 1960).

La litología del grupo comprende, en la parte inferior, de una intercalación de areniscas cuarcíticas de grano fino a grueso, duras, pobremente clasificadas, de color gris claro a pardo, con lutitas negras, duras, limosas, micáceas, carbonosas y con abundantes restos de plantas.

En su parte media ocurren calizas arrecifales de color azul e intercaladas con ocasionales estratos de areniscas y lutitas fosilíferas. Termina la secuencia en un intervalo lenticular de lutitas fósiles, micáceas, con pocos estratos de calizas fosilíferas y areniscas glauconíticas micáceas.

La relación estratigráfica inferior es desconocida por cuanto su piso no aflora en ningún lugar de la zona. Con el grupo Guayuta es concordante, de transición litológica en un reducido intervalo estratigráfico.

GRUPO GUAYUTA:- Con este término se designa la espesa secuencia de calizas lutáceas y fáníticas negras carbonosas y bituminosas, lutitas calcáreas y areniscas del Cretáceo superior (Turonien-se-Maestrichtiense Inferior) del Nor-Oriente Venezolano (H. Hedberg, 1937). El nombre fué usado primeramente como formación por Liddle, (1928) para reemplazar a las lutitas de Guanoco de A. Garner (1926); posteriormente fue elevado por H. Hedberg (1937) a la categoría de grupo abarcando las formaciones Querecual y San Antonio, diferenciadas basándose en la presencia de capas de arenisca y un carácter más fánítico que distinguen a la formación superior (San Antonio) de la inferior (Querecual).

Este grupo constituye una unidad estratigráfica muy marcada, uniforme y vasta que se extiende casi continua-

mente por toda la parte Sur del área cretácica con un espesor aproximado de 915 a 1.220 m. La característica principal y que la convierte en una excelente base de correlación es la similar litología de calizas lutíticas duras, negras, carbonosas-bituminosas con lutitas y areniscas calcáreas en capas finamente laminadas, entre las que ocurren concreciones discoidales y esferoidales de calizas piríticas con diámetros variables entre algunos centímetros hasta aproximadamente un metro (H. Hedberg, 1937).

El contacto con las formaciones infrayascentes El Cantil y Chimana parece ser concordante, no obstante en el río Querecual ser un contacto de falla (H. Hedberg, y A. Pyre, 1944).

Con el grupo Santa Anita varía en relación a su posición en la cuenca, siendo estratigráficamente corto, transicional e interdigitado en el flanco Sur de la Serranía, mientras en el flanco Norte la formación Inferior de este grupo tiende a desaparecer por lenticularidad dejando en contacto al grupo Guayuta con la suprayascente formación Vidoño. (27, pp. 487). Este contacto ha sido erróneamente identificado por Liddle (1928) como una discordancia angular debido probablemente a su discrepancia estructural (H. Hedberg, 1950).

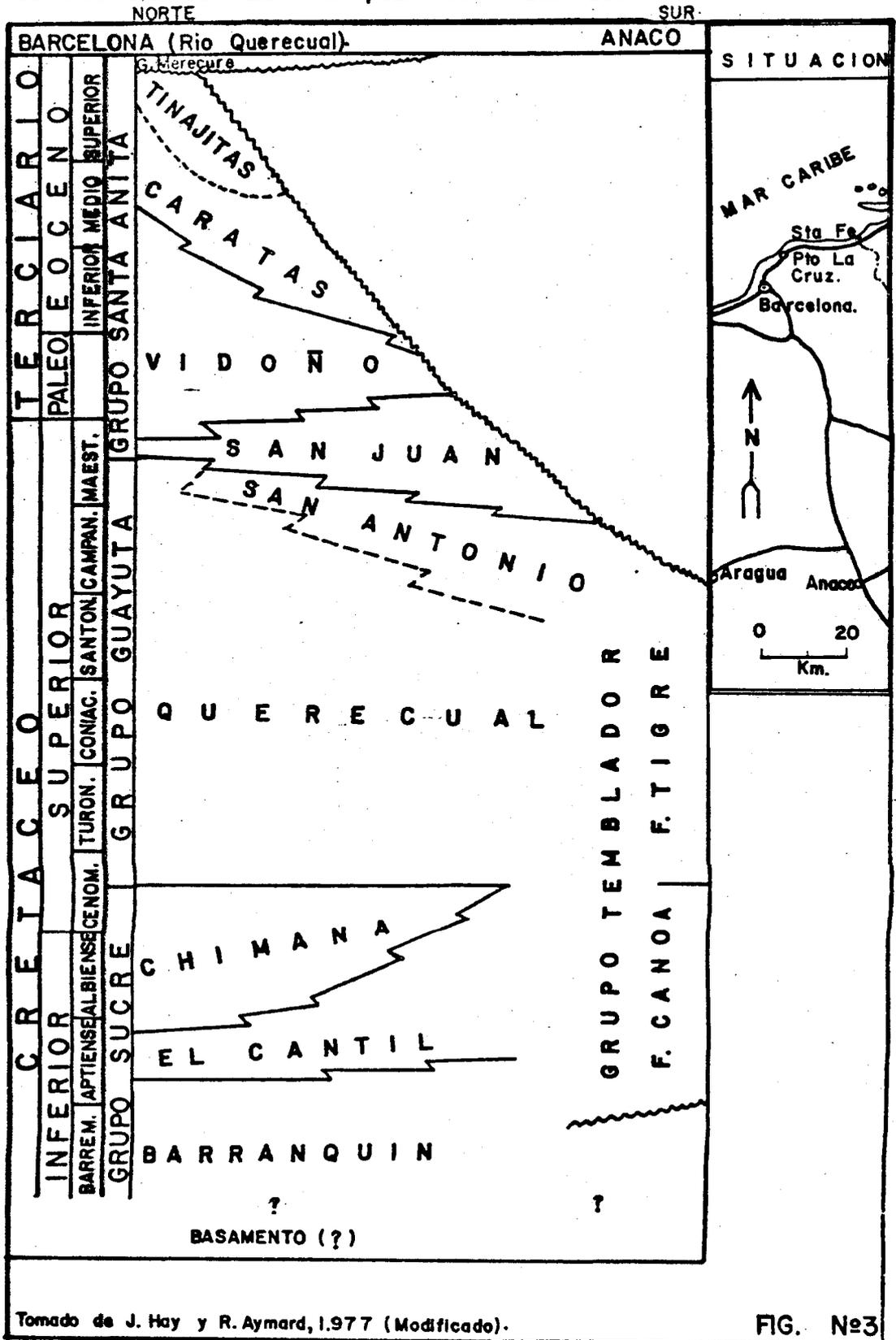
GRUPO SANTA ANITA:- Este término fué usado primera

mente como formación por H. Hedberg (1937, pp. 1994) para designar los sedimentos estudiados en la sección del río Querecual e incluidos entre el tope del grupo Guayuta (Turoniense-Maestrichtiense) y la base del grupo Merecure (Paleoceno-Eoceno). Posteriormente H. Hedberg, (1950) elevó dicha formación a la categoría de grupo considerando la existencia de marcadas variaciones litológicas dentro de su intervalo de sedimentos, que permitió la diferenciación a lo largo de la serranía, de tres formaciones que estratigráficamente hacen la siguiente secuencia: San Juan, Vidoño y Caratas.

Litológicamente representan un nivel inferior de areniscas gruesas, macizas y bien estratificadas con lutitas y limolitas carbonáceas y microfosilíferas. Hacia el Oeste estas rocas van adquiriendo un carácter más pelítico con esporádicas capas psamíticas, transformándose en un corto intervalo en las lutitas gris oscuras, foraminíferas, con pocos estratos menores de areniscas y limolitas calcáreas, duras, altamente glauconíticas, de la formación intermedia Vidoño. Termina la secuencia con limolitas negras o gris azuladas, muy duras, calcáreas y dolomíticas, con calizas dolomíticas comunes de la formación Caratas.

El contacto superior con el grupo Merecure no es-

CUADRO DE CORRELACION ,CENTRO ANZOATEGUI



Tomado de J. Hay y R. Aymard, 1.977 (Modificado).

FIG. No3

tá muy bién establecido pero se acepta que es un contacto discordante erosional y se localiza en el tope de las limolitas calcáreas o dolomíticas características de la formación Caratas.

3.2 PALEOGEOGRAFIA:- La secuencia estratigráfica descrita se inició con una transgresión en un medio sedimentario de transición cuya parte inferior de origen continental va adquiriendo paulatinamente un carácter marino de aguas poco profundas que favoreció la formación de abundantes arrecifes. En la base del grupo Guayuta parece ocurrir un cambio abrupto desde las aguas someras y aereadas del Cretáceo inferior a un mar quieto y probablemente más profundo cuya circulación restringida no permitió que se desarrollara la vida bentónica, acumulándose en cambio en gran cantidad los restos del plancton y de los animales de libre desplazamiento marino (peces, ammonites). En esta época el sedimento debió verse en su mayor parte como lodos de Globigerina con clastos del tamaño de limos finos o arcillas en una matriz carbonosa; posteriormente se efectuó un cambio persistente caracterizado por un mayor aporte de clastos del área fuente que se tradujo en desarrollos locales de areníscas, mientras una mayor circulación y aereación de las aguas marinas permitieron el surgimiento de formas bentónicas así como también un incremento en

el contenido de sílice evidenciado por la presencia de capas de ftanita y lutitas silíceas. (15, pp. 1.195).

Los sedimentos del grupo Santa Anita fueron depositados en un mar somero fluctuante que marcó el final del ciclo iniciado en el Cretáceo temprano. Hacia el Este fueron introducidos al medio muchos sedimentos clásticos, probablemente desde el Sur, mientras al Oeste se prolongaron las condiciones de aguas más profundas como lo evidencian los sedimentos lutíticos de Vidoño. En el tiempo de sedimentación de Caratas prevalecieron condiciones de aguas someras a lo largo de toda la serranía, con la formación de arrecifes calcáreos locales; persiguiendo también condiciones particulares de sedimentación representadas por las dolomitas oscuras y limolitas calcáreas características de esta formación.

3.3 TECTONICA:- El carácter tectónico se manifiesta claramente por el control estructural ejercido en la evolución geomorfológica regional. Trataremos someramente sobre las principales estructuras para luego intentar delinear una evolución general probable causante de las mismas y correlacionable para la zona.

Las estructuras principales son anticlinales y sinclinales mayores, muchos de los cuales están truncados por corrimientos iniciados a lo largo de sus charnelas.

La tendencia de los ejes sigue una marcada dirección Este-Oeste producida por una fuerza supracortical compresiva de dirección aproximadamente Norte-Sur (V. Campos, comunicación personal). Los pliegues son asimétricos, generalmente isópacos y a menudo volcados. Intimamente ligados con éstos se observan otros menores que tienen ejes de igual dirección y pueden generalmente considerarse como pliegues de arrastre producidos en un medio incompetente intercalado entre dos competentes.

El sentido del volcamiento es hacia el Sur en toda la Serranía, exepcto en la parte más septentrional donde se observan volcamientos espectaculares hacia el Norte. (E. Von der Osten, 1954; H. Hedberg, 1950; H. Rosales, 1960).

Un segundo tipo de pliegues amplios, simétricos, isópacos, asociados con un acortamiento menor de dirección Este-Oeste, que actuó en una época más reciente, se observan a lo largo de taludes formados por carreteras y quebradas.

Las fallas mayores, muchas de las cuales son activas actualmente, estarían asociadas a la tectónica más reciente y son dextrales; las principales son la falla El Pilar, de rumbo Este-Oeste, que separa el "Bloque Oriental" de la provincia metamórfica aflorante en las penínsulas de Araya y Paria; y la falla de Urica que con

un sentido Noroeste-Sureste forma el límite parcial entre este "Bloque" y la provincia de las rocas Oligo-miocenicas.

Los corrimientos que ocurren a lo largo de las charnelas de los pliegues son fallas subhorizontales a verticales, inversas, con buzamiento general al Norte aunque en la parte más septentrional y siempre asociadas a los plegamientos, buzan hacia el Sur.

Otro grupo de fallas menores asociado también con esta tectónica compresiva tiene un marcado sentido NNE-SSO con sentido de movimiento sinistral; éstas son fáciles de reconocer porque el comportamiento y nivel estratigráfico son marcadamente distintos entre los dos bloques que ellos separan, y generalmente son ocupadas por el cauce de los ríos importantes de la región.

Un último tipo menos significativo aún, que parece haber tenido más de una etapa de actividades y que probablemente estuvo asociado a las primeras deformaciones, tiene un sentido NE-SO y NO-SE con movimientos dextrales y sinestrales que sugieren la idea de fallas conjugadas asociadas con los corrimientos.

Las estructuras descritas anteriormente indican un acortamiento significativo de la cobertura sedimentaria causado más probablemente por un esfuerzo polifásico supracortical compresivo, tal como el propuesto por C.Beck

(2 , pp. 778) como actuante hacia el Oeste en la zona de Altagracia de Orituco.

Los tiempos geológicos en los cuales ocurrieron dichos esfuerzos no deben necesariamente coincidir en ambas regiones, pero está claro que tuvieron lugar con posterioridad al Paleoceno por involucrar toda la secuencia cretácea-paleocena en su evolución.

CAPITULO IV

GEOLOGIA LOCAL

4.1 ESTRATIGRAFIA:- La zona de estudio se encuentra cubierta por las dos formaciones inferiores del Grupo Sucre, siendo los afloramientos de la formación Barranquín (Inferior) los que ocupan casi la totalidad del área; salvo una pequeña parte en el Norte desde la Península de Manare hasta Puerto Escondido que es ocupada por la formación suprayacente El Cantil, y ocasionales mantos delgados de Aluviones recientes, que cobren algunas ensenadas y bahías.

El espesor estratigráfico total de esta secuencia representa cerca de 1.800 m.; el mismo que ha sido engrosado por varios corrimientos de alto y bajo ángulo.

4.1.1 Formación Barranquín:- Fué definida originalmente por R. A. Liddle (17, pp. 109) quien la describió basándose en la sección estratigráfica que aflora sobre la carretera Aragua de Maturín-Cumaná desde Dos Ríos en el Sur hasta dos kilómetros al Sur de San Fernando en el Norte; considerada su sección tipo y localizada en los alrededores del pueblo de Barranquín, Estado Sucre.

E. Von der Osten, (32, pp. 14 a 31) dividió a esta

formación en cuatro miembros definiendo su localidad tipo en las Islas Caracas y Venados al Norte del Golfo de Santa Fé. Posteriormente H. Rosales (27, pp. 474 a 479) agrupó con un solo nombre a los dos miembros superiores de aquel, manteniendo la misma clasificación para los dos inferiores.

El trabajo de campo permitió distinguir variaciones litológicas laterales y verticales de las secciones estratigráficas de la formación, pudiendo de esta manera diferenciar los cuatro miembros de Von der Osten (op. cit.) pero unicamente al Norte a lo largo de la línea de costa, mientras que en el Sur se hacía practicamente imposible esta separación, por lo que hemos adoptado la Nomenclatura propuesta por H. Rosales (op. cit.) con la única diferencia que llamamos Miembro Picuda-Taguarumo al miembro más joven.

4.1.1.1 Miembro Venados:- Definido por E. Von der Osten (op. cit.) quien lo midió en la Isla Venados señalada como su sección tipo, a flora también en la parte Sur de Caracas del Oeste y en la Península de Mochima. Posteriormente H. Rosales (op. cit.) extendió esta diferenciación hacia el Este hasta los alrededores de Cumaná, manifestando la dificultad de hacerlo hacia el Sur. La sección tipo es incompleta y se extiende desde el extremo Sur de la Isla has-

ta El Tarrayero hacia el Norte, en donde está en contacto concordante con las calizas del suprayacente miembro Morro Blanco.

Litológicamente está constituido por una monótona interestratificación de areniscas gruesas en estratos de más de un metro de espesor, agrupados en capas de 10 a 20 metros, entre las cuales ocurre paquetes laminados de espesor semejante y formados por intercalaciones de areniscas finas, limolitas arenosas y lutitas areno-limosas en capas de 5 a 50 cm. cada una.

Las areniscas gruesas son duras, compactas, de color blanco a blanco-azulado en roca fresca, meteorizan en tonos amarillo-marrón y rojizo.

En secciones delgadas se observa que es una roca compacta formada casi enteramente de granos de cuarzo (90%) unidos entre sí por una recristalización intersticial de sílice que sigue el mismo ordenamiento cristalográfico de los granos. Su granulometría varía desde más de 4 mm. hasta 0.06 mm. (gránulo hasta arena muy fina, escala de Wentworth). Contiene feldespato potásico (Microclina ?) en pequeño porcentaje ($\approx 3\%$), además Muscovita, turmalina y zircón como minerales accesorios ($\approx 1\%$). El cemento ($\approx 6\%$) está formado por microcristales de sílice de reemplazamiento y óxidos de hierro.

En base a los parámetros granulométricos, conside-

rando la composición y la recristalización y aplicando el esquema de clasificación de R. Folk (12, 1969) se puede definir a esta arenisca como una cuarzarenita de grano grueso, mal clasificada, asimétrica hacia los tamaños finos, submadura e impermeable. Según F. J. Pettijohn (23, 1949) se la define como una ortocuarcita submadura, de grano grueso.

Los paquetes laminados están formados por una interstratificación de areniscas de grano fino, limolitas y lutitas arenosas en proporciones variables predominando las primeras sobre las dos restantes que intervienen en porcentajes semejantes. Las areniscas son blancas a gris blanquecino en roca fresca y meteorizan en tonos amarillo-marrón y rojizo, son ligeramente friables, muy cuarzosas (90%) cementadas por recristalización de cuarzo; contienen mica como mineral accesorio y la matriz (7%) está formada por microcristales de sílice, óxidos y arcilla. Considerando la recristalización posterior y en base de los parámetros granulométricos y composición, según R. Folk (op. cit.) se trata de una cuarzarenita de grano fino, moderadamente clasificada, submadura e impermeable.

Las lutitas areno-limosas y limolitas arenosas forman capas de 5 a 60 cm. de espesor, consisten de laminaciones interstratificadas de colores gris-púrpura a

gris-claro que meteorizan en tonos rojizo-marrón. Estas se analizaron muy someramente pudiendo determinar que contienen un porcentaje significativo de arena que fluctúa entre el 15 y el 40%. La fracción arena está constituida casi exclusivamente de granos de cuarzo de tamaño medio y fino cuya característica principal es la coexistencia de granos angulares junto a granos redondeados siendo mucho más frecuentes los primeros. Para estas dos últimas clases de rocas no se determinaron cuantitativamente los parámetros granulométricos por lo que no se puede dar un nombre específico de acuerdo con un esquema de clasificación determinado.

El espesor de la unidad medido por E. Von der Osten en la Isla Venados es de 375 m. (32, pp. 16), siendo un intervalo incompleto por cuanto su base no está expuesta en ningún lugar de la serranía. El miembro ha sido reconocido y diferenciado al Sur de la Península de Manare, al Norte del pueblo de Mochima y en la parte media de la Quebrada de Matacual.

Estratigráficamente representa el intervalo de rocas más antiguo, su contacto inferior no aflora en ningún lugar de la serranía, presumiéndose en general que descansa discordante sobre un basamento igneo-metamórfico (?). En base a consideraciones que serán abordadas más adelante se puede estructurar un modelo mediante el

cuál la superficie de separación entre el miembro Venados y las rocas que suprayace sería total o por lo menos en parte una superficie de corrimiento subhorizontal que separa un bloque autóctono inferior de un alóctono superior en el cuál esta incluido. El contacto con el suprayacente miembro Morro Blanco es concordante y se marca en el lugar en que ocurre el primer estrato de caliza gris azulada distintivo de éste. El miembro Venados no contiene fósiles, atribuyéndosele una edad Aptiense que puede llegar a Neocomiense en base a su posición estratigráfica.

4.1.1.2 Miembro Morro Blanco:- Debe su nombre a los excelentes afloramientos que presenta en la Punta Morro Blanco, parte meridional de la Isla Caracas del Este. Por ser ésta una sección incompleta, E. Von der Osten (32, pp. 18) definió su sección tipo en la vecina Isla Venados; "a lo largo de la costa Occidental, desde el Tarrayero donde aflora la primera caliza del miembro, hacia el Norte, hasta incluir la última caliza estratificada de este intervalo". Posteriormente H. Rosales (1960), extendió su diferenciación hacia el Este, hasta los alrededores de Cumaná.

Litológicamente está formado por una interestratificación de calizas gris-azuladas en estratos de 0.5 hasta

5 m. de espesor entre los cuales se disponen capas finas de areniscas y lutitas calcáreas de espesores variables entre 30 cm. y más de 1 m. Las proporciones de calizas, areniscas y lutitas que intervienen en la sección varían con su posición, siendo mayor el porcentaje de las primeras hacia el Este mientras hacia el Oeste disminuye a expensas del crecimiento de las dos restantes. Aunque los afloramientos se exponen mucho mejor en las secciones de la línea de costa en las Islas y Penínsulas, se nota que este miembro tiene una ligera forma de cuña con espesores mayores que la sección tipo hacia el Este, y hacia el Sur donde siempre se lo encuentra en la base de un corrimiento que lo cubre parcialmente.

Las calizas, que constituyen el 65% de la sección tipo, tienden a aumentar su porcentaje hacia el Este y el Sur. Son rocas duras, de color gris-azulado en roca fresca que meteoriza en tonos gris-blanco y violáceo, presentan planos de disolución con estilolitos y su composición es enteramente calcárea. En secciones delgadas está compuesta de aloquímicos y ortoquímicos como constituyentes esenciales; estos intervienen en porcentajes variables y en distintas formas, siendo mucho más frecuentes los fósiles entre los primeros y el lodo microcristalino calcítico entre los segundos. Aplicando el esquema de clasificación de R. Folk (12, 1969) se pueden clasi-

ficar como rocas aloquímicas puras que según el porcentaje de aloquímicos (fósiles, intraclastos, etc.) y de ortocuímicos (micrita, esparita) pueden ser clasificadas como intramicritas y biomicritas (biolititas).

Junto con estas rocas aloquímicas puras se encuentran también algunas aloquímicas impuras escasas que fueron clasificadas como calizas micríticas arenosas con tamaños de arena fina para la fracción terrígena. Las areniscas calcáreas que también son poco importantes en la sección se disponen en capas de menos de 1 m. de espesor; son duras, de color gris-verde oliva en roca fresca y meteorizan en tonos marrón rojizo. Según el esquema de clasificación aquí usado se identifican como areniscas finas arcillosas, bien clasificadas, submaduras, con una matriz micrítica (calcáreas). Las lutitas son fósiles, de colores gris-púrpura y amarillo, y ocurren en lechos delgados de espesores variables.

Estratigráficamente descansa concordante sobre el miembro Venados y se dispone en un intervalo de 230 m. en su sección tipo, pasando luego concordantemente al su prayacente miembro Picuda-Taguarumo.

La fauna recolectada por E. Von der Osten (op. cit.) en este miembro está compuesto por: Astrocoenia whitneyi Wells; Myriophyllia borrachensis Wells; Periseris irregularis (Felix); Meandrophyllia plumeri Wells; Ellas-

mophyllia tolmachoffana (Wells); Perna sp.; Trigonia tocaimaana Lea; Pecten (Chlamys?) generosus (Cragin); Columnastraea antigua Milne Edwards and Haine; Meandrophyllia cariacensis Wells; Equinoid Spine; Natica bulimoides (Dehayes).

4.1.1.3 Miembro Picuda-Taguarumo:- Este nombre designa la secuencia comprendida entre la última caliza estratificada del miembro Morro Blanco y la primera masiva de la suprayacente formación El Cantil, correspondiendo de esta manera a los miembros Picuda y Taguarumo de E. Von der Osten (32, pp. 20 a 28) y miembro Picuda de H. Rosales (27, pp. 475).

La sección tipo se localiza en la costa Occidental de la Isla Picuda Grande, desde su extremo Sur, hasta la base de la primera caliza "arrecifal" de El Cantil hacia el Norte. El espesor medido comprende 1.030 m. faltando los 55 m. inferiores que no afloran en esta isla y fueron medidos en la vecina isla Caracas del Este en donde aflora su base (E. Von der Osten, 1954)¹. La unidad aflora ampliamente ocupando un mayor porcentaje de área puesta que cualquiera de los otros miembros de la forma-

1.- El nombre aquí utilizado se justifica en razón de la simbología de los mapas correspondientes a la Serranía del Interior y para evitar confusiones que podrían surgir de cambiar ésta.

ción (Mapa # 4).

Su composición litológica igualmente varía según la localidad donde aflora, siendo más arenosa hacia el Sur, más lutácea hacia el Norte y más calcárea hacia el Este. Comprende intercalaciones regulares de rocas de los distintos tipos descritos a continuación:

- .- Areníscas gruesas a conglomeráticas dispuestas en capas de 10 a 20 m. de espesor total.
- .- Secuencias laminadas de espesor semejante y compuestas por intercalaciones de areníscas finas y lutitas laminadas; ó areníscas, limolitas arenosas y lutitas areno-limosas.
- .- Esporádicas capas de calizas de espesores entre 1 y 3 m. que se distinguen del miembro Morro Blanco y de la formación El Cantil por ser más fosilíferas y tener un color de meteorización verde-oliva característico.

Las areníscas gruesas están formadas por estratos de más de 1 m. de espesor, son duras, de color blanco a blanco-azulado en roca fresca que meteorizan en tonos amarillo-marrón y rojizo. En secciones finas se determina una composición de 92 a 95% de terrígenos y 4 a 6% de cemento y accesorios, correspondiendo por tanto al grupo de rocas terrígenas. Su composición es enteramente de

cuarzo (92 a 95%) cementado por sílice recristalizada (\approx 4 a 6%); y óxidos, que unen los granos originales por entrecrecimiento manteniendo la misma orientación cristológica que éstos. Los accesorios (\approx 1%) son comunmente mica (muscovita?) turmalina y zircón.

El análisis de 8 secciones delgadas pertenecientes a este nivel permitió determinar los parámetros estadísticos sedimentarios, en base de los cuales y siguiendo la misma nomenclatura de clasificación, se define a estas rocas como cuarzarenitas de grano grueso, mal clasificadas, asimétricas hacia los tamaños finos, submaduras e impermeables.

Los niveles laminados de lutitas y areniscas; ó areniscas, limolitas arenosas y lutitas areno-limosas se disponen en capas de 5 a 30 cm. de espesor, aunque pueden llegar hasta a 1m. Las areniscas son algo friables, blancas en roca fresca meteorizando en colores amarillo-marrón y rojizo, compuestas de cuarzo (\approx 92%), matriz (\approx 4 a 7%) constituida en su mayor parte por microcristales de sílice, óxidos de alteración y arcilla; (muscovita, \approx 2%); turmalina y zircón como accesorios. Aplicando el esquema de clasificación aquí utilizado se define la roca como una cuarzarenita de grano fino, moderadamente clasificada, submadura e impermeable.

Interestratificadas con estas areniscas ocurren li-

molitas arenosas duras, densas, de color gris a gris-claro, meteorizan en tonos amarillo, marrón, rojizo ó verde-oliva, son cuarzosas, micáceas, carbonosas, silíceas, generalmente con una matriz arcillosa. Los porcentajes de arena, limo y/o arcilla son variables así como también los de los componentes minerales. Se intercalan además lutitas carbonosas con abundantes restos de plantas; son duras, generalmente más laminadas, negras, gris púrpura, amarillas, rojas y verde-oliva, con partículas ocasionales de yeso. Los residuos de los tamices permitieron determinar que la fracción arena de estas rocas es muy variable entre el 5 y el 40% y su composición es también distinta siendo algunas muestras muy cuarzosas mientras que otras estaban formadas casi enteramente de mica; en algunas muestras se determinó feldespató alterado abundante (caolín?); partículas de yeso y óxidos. Como accesorios muy ocasionales se encuentra turmalina y zircón.

Las capas de caliza, ocasionales en su parte inferior, aumentan su frecuencia hacia el tope. Son rocas duras, generalmente macizas, bien estratificadas, de color gris y azul, oscuras, meteorizan en tonos verde-oliva y ocasionalmente gris-blanquecino o violáceo, contienen abundantes fósiles de moluscos. Su composición varía desde enteramente calcáreas hasta calcáreas impuras.

En base de los parámetros determinados mediante el análisis de secciones finas y aplicando la nomenclatura aquí usada se clasifican como intramicritas, oomicritas, micritas con intraclastos, biomicritas (biolititas).

Los resultados de los análisis de secciones delgadas y los parámetros obtenidos para todas las rocas analizadas se especifican en el anexo 1.

La relación estratigráfica inferior es concordante; el contacto con la formación El Cantil en esta zona específica es un contacto de falla inversa de ángulo alto que tiende a sobrecorrer la parte superior del miembro sobre esta formación.

E. Von der Osten (op. cit.) determinó en este miembro la siguiente fauna fósil: Astrocoenia cf. guantanamensis Vaughan; Myriophyllia borrachensis Wells; Ellasmo phyllia tolmachoffana (Wells); Eugyra cuyleri (Wells); Caprina plumensis Harris and Hodson; Exogyra cf. texana weatherfordensis Cragin; Lunatia cragini Stanton; Stephanocoenia guadalupae Wells; Isastraea whitneyi Wells; Trigonia hondaana Lea; Trigonia tocaimaana Lea; Cardita cf. neocomiensis d'Orbigny; Panopen neocomiensis d'Orbigny; Cerithium potosianum Böse; Cyprina protensa Woods; Petropoma peruanum Gabb; Tyllostoma jaworskii Weaver; Cypraca riachuclana Maury?; Astrocoenia whitneyi Wells; Columnastraea antigua Certh; Periseris irregularis (Fe-

lix); Meandrophyllia cariacensis Wells; Meandrophyllia plummeri Wells; Pecten (Chlamys) generosus (Cragin); Panopen neocomiensis (Leymerie); Nática bulimoides (Dehayes).

O. Schlagintweit (1919) y Dietrich (1924) identificaron plantas fósiles; importantes son: Weichselia mante lli seward; Otozamites y Equisetites.

P. Bermúdez (informe interno M.E.M.) analizó 22 muestras recolectadas en el transcurso de la etapa de campo, identificando en 13 de ellas Choffatella deci piens (Schlumberger); Haplophragmoides sp.; Epistomina s.p. (?); Neomeris sp.

La edad atribuida a este miembro y al miembro Morro Blanco en base de los fósiles recolectados y analizados se pueden resumir en el siguiente cuadro: (Modificado de H. Rosales, 27, pp. 479).

FOSILES:	AUTOR:	EDAD:
Corales	J. Wells	Aptiense Sup-Albiense Inf.
Corales	E.Von der Osten	Aptiense
Corales	A. Dusenbury	Aptiense
Plantas	O.Schlagintweit	Neocomiense
Moluscos	J.Royo y Gómez	Barremiense
Moluscos	E.Von der Osten	Aptiense-Albiense (EE.UU.)
Foraminíferos	P.J. Bermúdez	Aptiense-Albiense

4.1.1.4 Valor Práctico de esta separación:- Los dos miembros superiores de E. Von der Osten (op.cit.) se han agrupado en uno sólo basándose en las siguientes consideraciones:

- Las capas de calizas "gemelas" que son la base de separación de estos miembros, afloran unicamente a lo largo de la línea de costa entre Guanta y Barba^{coas}, y en las islas del Norte, siendo desde Barba^{coas} hacia el Este reemplazadas por varias capas de calizas que aparecen en este intervalo (H. Rosales, 1960). Estas mismas capas no pueden distinguirse hacia el Sur en ningún lugar de la zona, ni fuera de ella (V. Vivas, H. Ortiz, comunicación personal).
- Las areniscas gruesas cuarzosas en capas potentes no son distintivas de ninguno de los dos miembros superiores de E. Von der Osten, pudiendo determinarse solamente gracias a secciones finas que las del miembro Venados son algo feldespáticas.
- .- El carácter interdigitado de estas rocas unido a su elevada complejidad estructural impide que podamos diferenciar en base del porcentaje de los niveles laminados a estos miembros, considerando además que los corrimientos y fallas inversas se producen a lo largo de los planos de estratificación, deformando en mucha mayor proporción a los niveles pelíticos

que tienden a engrosarse en los lugares de mayor presión, en tanto que disminuyen su espesor donde ésta crece.

La diferenciación de la formación Barranquín en los miembros Venados, Morro Blanco y Picuda-Taguarumo se justifica en base de las siguientes consideraciones:

- .- El miembro inferior Venados es mucho más arenoso que los dos miembros más jóvenes; los paquetes y estratos individuales de areniscas gruesas son algo feldespáticos y generalmente más potentes; los niveles laminados casi no contienen lutitas puras significativas y en cambio son areniscas finas y lutitas areno-limosas, que permiten diferenciarlo del miembro Picuda-Taguarumo.
- .- El miembro Morro Blanco constituye un nivel característico de calizas interestratificadas con areniscas finas y lutitas limosas, ambas calcáreas. Se distingue de la formación El Cantil por tener sus estratos individuales de mucho menor espesor, ser más fosilíferas y por su meteorización gris-blanco o violáceo, presentando muy frecuentemente microfósiles abundantes, recristalizados a calcita, que resaltan por disolución diferencial en las superficies aflorantes. Este miembro puede considerarse un horizonte guía que separa los otros dos miembros de la formación,

facilitando su identificación en el campo.

- .- Las calizas de Morro Blanco son verdaderos biostratocmos, en parte constituidas por arrecifes coralinos planos, diferenciándose así de las calizas de El Cantil que son típicos arrecifes macizos o Biohermos (E. Von der Osten, 1954).
- .- El miembro Picuda-Taguarumo por ser el de mayor espesor ocupa un área mucho más significativa de afloramientos, permitiendo ser diferenciado de los dos anteriores por sus calizas verde-oliva ocasionales y por la abundancia relativamente mayor de lutitas en capas delgadas de varios colores, y niveles limolíticos; los que generalmente forman pliegues volcados espectaculares.

La interpretación geológica realizada en base de los datos de campo ha permitido visualizar que el miembro Morro Blanco se encuentra con frecuencia cubierto parcialmente por corrimientos o fallas inversas; se considera además que la disposición interdigitada de la formación va paulatinamente aumentando su carácter arenoso hacia el Sur a expensas de la reducción de rocas pelíticas y calcáreas; concluyendo así que la diferenciación en miembros aquí planteada tendrá un carácter más regional, aunque finalmente no será visible sino en un porcentaje relativamente corto del área total de afloramientos

en la mayoría de los cuales y principalmente hacia el Sur no podrá ser aplicada.

4.1.2 Formación El Cantil:- Nominada por R. A. Liddle (17, pp. 124-135); su sección tipo se localiza en el acantilado El Cantil, 3 Km. al Oeste del Municipio Punceres y sobre el río del mismo nombre (parte septentrional del estado Monagas). La sección "standard"² de referencia descrita por H. Rosales (1959). Se localiza en Pico García y Cerro La Paloma 15 a 20 Km. al Oeste de la localidad tipo.

El nombre fué utilizado para designar la secuencia de lutitas y calizas en proporción de 1 a 3 que suprayacen a la formación Barranquín y quedan directamente debajo del grupo Guayuta. Posteriormente este intervalo fué separado por H. Hedberg y A. Pyre (16, pp. 7-10) en las formaciones El Cantil (calizas) y Chimana (lutitas), conservándose actualmente esta clasificación con ligeras variaciones.

Litológicamente está formada por una interestratificación de calizas, lutitas y areniscas, las primeras de las cuales constituyen generalmente el elemento litológico dominante. El espesor máximo medido por H. Rosales (26, pp. 2, 1959) en la sección "standard" es de 866 m.,

2.- Utilizada para delimitar una sección más completa de la formación.

constituído por 30% de calizas, 36% de lutitas y 20% de areniscas, con un intervalo cubierto de 13%. En la isla Borracha el intervalo total alcanza apenas 321 m. siendo 83% calizas, 10% lutitas, 2% areniscas y 5% cubierto; esto nos da la idea de un cambio de facies y espesor, siendo la formación más arenosa y potente hacia el Sur, disminuyendo su espesor a medida que crece el porcentaje de calizas hacia el Norte.

En el área del Golfo de Santa Fé aflora solamente un pequeño intervalo de la parte inferior que ocupa el extremo Norte de la Península de Manare y las puntas Barranca de Guaygua y Puerto Escondido, cubriendo en total menos de 1 Km.² y representando un intervalo estratigráfico de 120 m.

Este intervalo está formado por calizas duras, densas, macizas, de color gris oscuro en roca fresca que meteoriza en tonos gris-azulado a gris-claro; se disponen en estratos de 5 a 10 m. de espesor hasta formar un paquete de 100 m. sobre el cual yacen lutitas laminadas físis de color gris-negro meteorizando a gris-claro que completan la sección expuesta.

En secciones delgadas las calizas están formadas casi enteramente por carbonato de calcio en forma de fósiles recristalizados a calcita, e intraclastos cementados por abundante cemento calcítico microcristalino (micri-

ta). Aplicando el esquema de clasificación anteriormente usado podemos clasificarlas como intramicritas, biomicritas (biolititas) debiendo anotar además que el cemento espato calizo es más abundante en estas calizas que en las correspondientes de la formación Barranquín. Se encontró una caliza de esta formación que contiene 8% de cuarzo en fracción arena media. Las lutitas no fueron estudiadas detenidamente.

Regionalmente descansa concordante sobre la formación Barranquín, siendo este un contacto transicional e interdigitado que se marca en la zona de cambio de areniscas y lutitas con plantas fósiles características de esta formación, a calizas y calizas-lutitas alternas de ambiente más persistentemente marino de El Cantil. Localmente el contacto es de falla, ya descrito en las relaciones estratigráficas del miembro Picuda-Taguarumo. La sección aflorante es incompleta por lo que no se trata el contacto superior con la formación Chimana.

M. Reinhard coleccionó muestras de fósiles de ocho especies diferentes de ammonites que fueron identificados por L. W. Collet (1922) quien las considera del Aptiense. Posteriormente E. Rod y W. Maync (1954) recolectaron similar asociación faunal identificando L. F. Spath como Aptiense superior.

Gregory (1927) determinó una edad Barremiense - Ap

tiense en base de corales coleccionados en la sección tipo del río Punceres.

Una muestra probablemente de El Cantil recolectada 6 Km. al Norte de Cumanacoa e identificada por Imlay como Coalcomana cf. ramosa (Boehm), sugiere una posible edad Cenomaniense.

E. Von der Osten (32, pp. 33, 1954) identificó Orbitolina concava var texana Roemer; Ixdonearea sp.; Trigonia tocaimaana Lea; Nerines sp.; Trapezium sp.; Pachycardium sp.; Tylostoma sp. Sugiere una edad Aptiense-Albiense para esta formación.

H. Rosales (27, pp. 482, 1960) indica una edad Aptiense-Albiense, refiriendo además las biofacies de foraminíferos más notables que son:

- .- Choffatella decipiens Schlumberger, restringida al tercio inferior de la formación y común en los miembros Morro Blanco y Picuda-Taguarumo de Barranquín.
- .- Orbitolina concava var Texana Roemer, en el tercio medio de la formación.
- .- Distyoconus Walnutensis (Carsey) en el tercio superior.

4.1.3 Aluviones Cuaternarios:- Los sedimentos recientes, acumulados como a-

renas de playas y depósitos aluviales, son relativamente poco importantes tanto en espesor como en extensión, abarcando generalmente las desembocaduras de los ríos y quebradas.

Su composición litológica es mayormente arenácea, aunque ocurren capas delgadas de limos y arcillas. Los detritos están constituidos generalmente por granos de cuarzo en tamaños de arena, mientras entre los limos y arcillas predomina la mica.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA

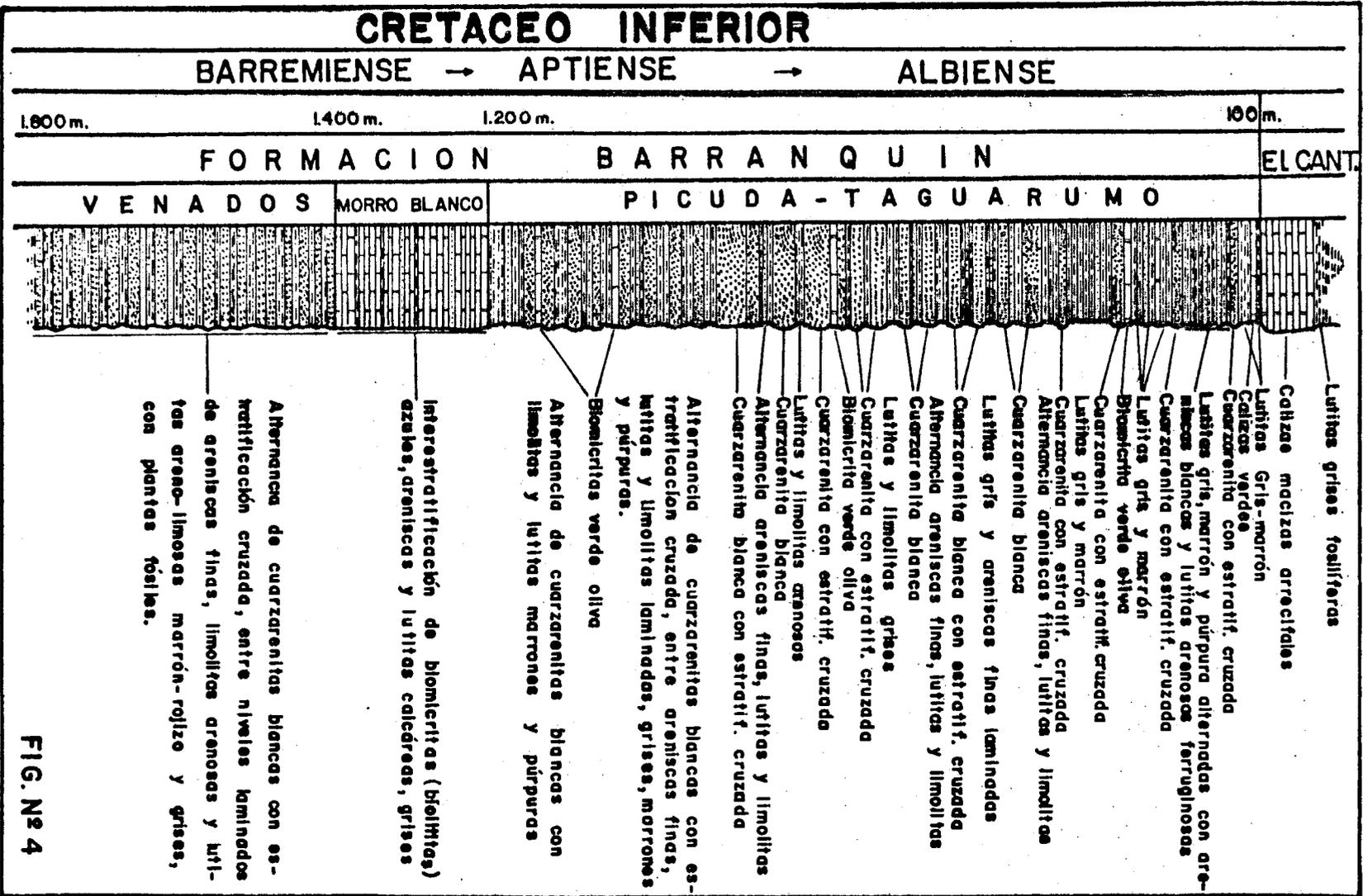


FIG. Nº 4

4.2 SEDIMENTOLOGIA:- Propiedades de las rocas sedimentarias, tales como textura, color y estructuras primarias, permiten esquematizar los ambientes de sedimentación que las produjeron. La textura está dada por las propiedades de sus partículas, como son: tamaño, forma o esfericidad, redondez, textura superficial, orientación y composición mineralógica; algunas de las cuales ya fueron abordadas junto con el color en el tópico de Estratigrafía. Aquí se describirán solamente las estructuras sedimentarias para luego integrarlas a las propiedades descritas anteriormente con miras a lograr la interpretación de los paleoambientes.

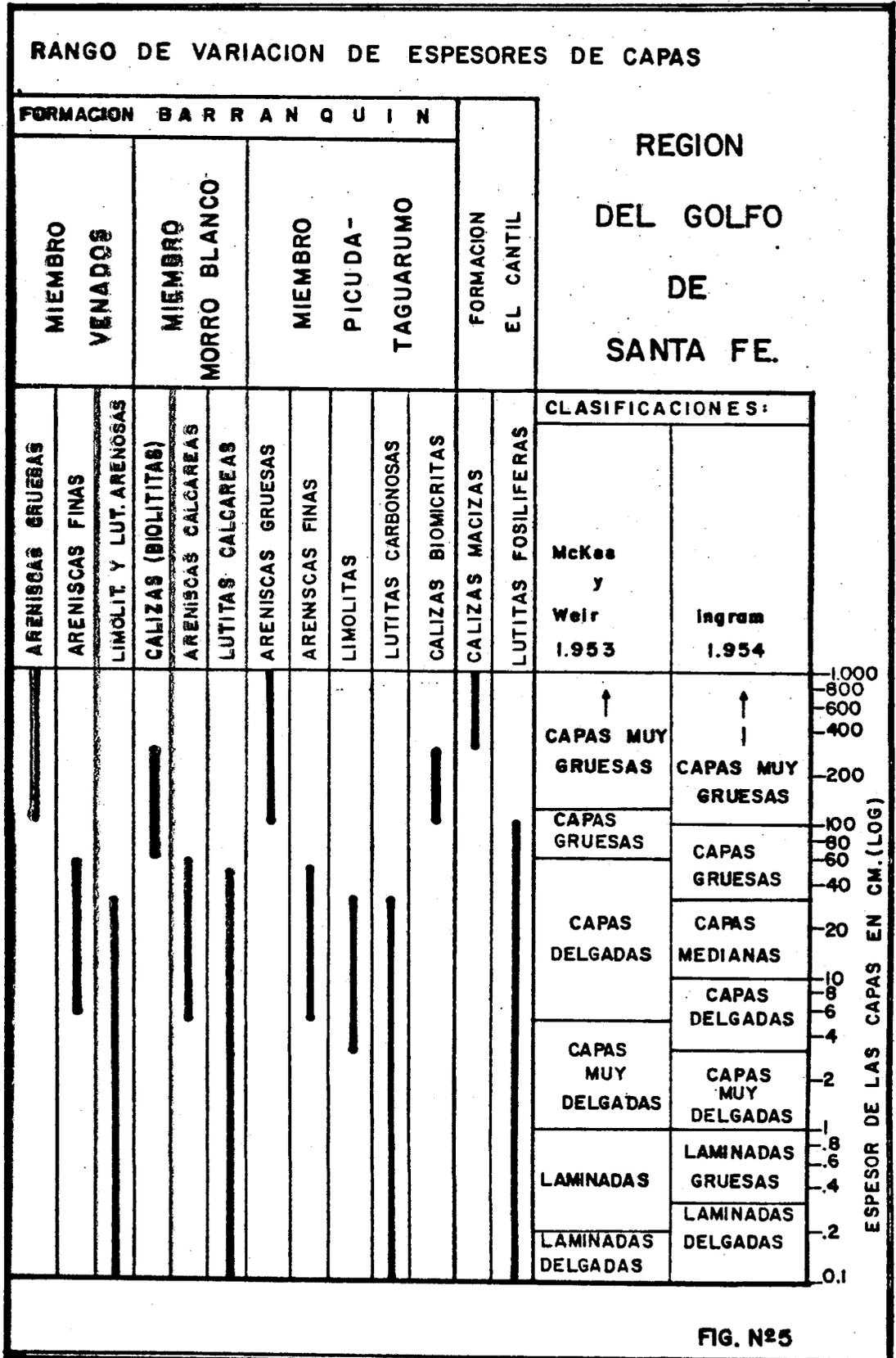
4.2.1 Descripción de Estructuras Sedimentarias:- Corresponden a las características más destacadas de las relaciones existentes entre los cuerpos sedimentarios, pudiendo ser externas o internas. Entre las primeras se consideran el tamaño y la forma del cuerpo, así como la naturaleza de sus linderos. Entre las segundas se agrupan la estratificación, marcas ondulatorias, concreciones, bioturbación y otras.

Relaciones Externas:- Por su forma y tamaño, los cuerpos sedimentarios pueden clasificarse como cuñas y "lenguas" que se interdigitan-

abarcando una considerable extensión. La formación Barranquín está compuesta de ciclotemas de amplia distribución lateral, cuya variación permite dividirla en miembros; cada ciclotema está formado por capas de areniscas gruesas a conglomeráticas que alcanzan un espesor de 10 a 20 m.; y un nivel de espesor semejante compuesto por intercalaciones en estratos finos que son distintivos del miembro Venados o del miembro Picuda-Taguarumo. El miembro Morro Blanco no está formado por ciclotemas, siendo una interestratificación de cuñas y "lenguas" de calizas y lutitas con esporádicas capas de areniscas calcáreas. Los linderos tanto en las capas individuales como en los ciclotemas son superficies planas concordantes que separan rocas de litología y composición diferentes.

Relaciones Internas:- Las más comunmente encontradas son la estratificación planar y cruzada, pudiendo observarse esporádicamente calcos de carga y "gradación". El rango de espesores de los estratos que pertenecen a los distintos niveles de miembros y formaciones está resumido en la Fig. # 5. Describiremos las estructuras que presenta cada nivel y sus características.

Los niveles de areniscas gruesas a conglomeráticas indican condiciones de depositación de intensa energía



con fluctuaciones significativas de las corrientes, reflejadas por la angulosidad y desviación standard de tamaño de sus partículas. La estructura sedimentaria característica formada en este régimen es una estratificación cruzada muy marcada, con dimensiones de espesor variable entre 0.5 y 2 m. para cada unidad entrecruzada. Los cambios de intensidad de corrientes han producido una depositación que puede considerarse como gradación, pero que no guarda la uniformidad de ésta, pues se dispone a manera de "lentes" de partículas gruesas entre los que ocurren otros de partículas finas o medianas. (Fig. # 6a).

Los niveles laminados no presentan estructuras internas salvo ocasionales estratificaciones de areniscas finas, limolitas y/o lutitas que presentan una microestratificación cruzada alternante de arenisca-limolita, que se conocen como "ritmitas" o estructuras "fláser". Estas laminaciones debieron producirse en un ambiente con poca energía de corrientes. (Fig. # 6b).

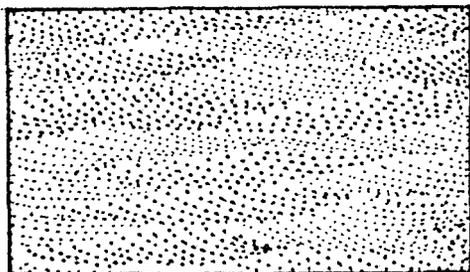


FIG. Nº 6a: "GRADACION"

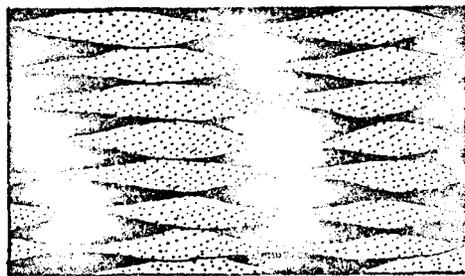
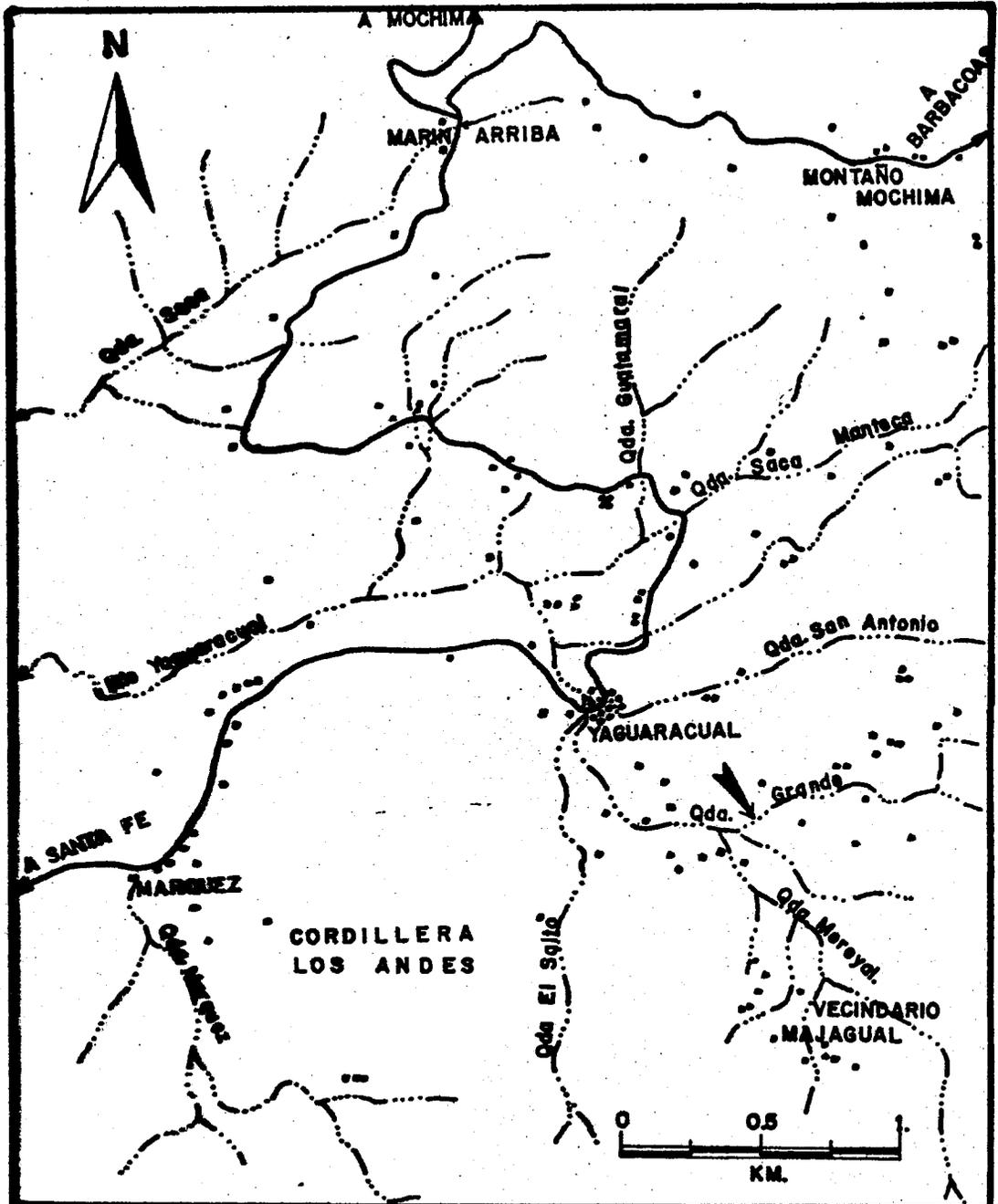


FIG. Nº 6b: ESTRUCTURAS "FLASER"

Se encuentran ocasionales estratos de una roca silícea que representa "slumps", con un espesor de 80 cm. Esta roca se dispone a manera de "conchas" de arenisca fina limosa que engloban "elipsoides" de limonita y que en algunos niveles ha sido arrastrada en disolución, quedando "esqueletos" rocosos muy porosos y permeables que constituyen pequeños acuíferos muy significativos para la región. Uno de éstos aflora en la quebrada de Yaguaraqual, en el que surge un manantial con 15 lt/min. (figura # 7).

4.2.2 Ambientes de Sedimentación:- La secuencia estratigráfica se inició en condiciones de sedimentación continentales, las cuales fueron adquiriendo paulatinamente un carácter marino de aguas someras a medida que continuaba sedimentándose Barranquín, y prevaleciendo con ligero hundimiento en el tiempo de El Cantil.

El medio global en que se depositó la primera puede identificarse como una costa clástica lineal (30, pp. 103), que migraba lentamente hacia tierra a medida que la transgresión marina continuaba. Los aportes terrestres fueron abundantes como lo refleja el espesor de la formación y su carácter marcadamente clástico, con pocos carbonatos que forman una cuña al Norte, representando



LEYENDA:

-  **CARRETERAS**
-  **QUEBRADAS Y RIOS**
-  **MANANTIAL**
-  **CASAS**

**LOCALIZACION
DEL
MANANTIAL DE YAGUARACUAL**

FIG. N° 7

menos del 10% del volúmen total.

El medio de depósito de la formación El Cantil debió ser una plataforma marina abierta alejada de la influencia clástica.

La cuenca de depositación probablemente fué una plataforma inestable que formaba el flanco Sur de un geosinclinal en evolución. Los miembros de la formación Barranquín representan facies distintas producidas en un grupo de medios transicionales continental-marinos, variables e interrelacionados.

Miembro Venados:- Formado en un medio que puede considerarse como llanura costera fluvial, cuyas condiciones de depositación continentales son evidenciadas por la presencia de restos de plantas y la total ausencia de carbonatos y fósiles marinos. Este medio participó de dos condiciones de energía diferentes:

- .- Una zona de canales entrelazados que determinó un medio oxidante de energía intensa y variable que produjo una facies de areniscas gruesas a conglomeráticas, mal clasificadas, con estratificación cruzada y "gradación".
- .- Una zona de menor energía correspondiente a lagunas o pantanos costeros en el que se produjo la sedimentación de la facies laminada de areniscas finas bien

clasificadas, limolitas arenosas y lutitas areno-limosas. La energía fué menor que en la facies anterior pero lo suficientemente significativa para formar micro-estratificación cruzada (estructuras "fláser"). El color marrón rojizo con capas ocasionales gris-oscuras carbonosas y laminadas evidencian condiciones oxidantes con efímeras y locales condiciones reductoras.

Miembro Morro Blanco:- Se depositó en un medio de llanuras y lagunas tidales, con condiciones marinas parcialmente restringidas y de poca energía que produjeron una fina interestratificación de areniscas calcáreas (micríticas) de grano fino, bien clasificadas; calizas micríticas y bioclásticas con fragmentos de moluscos y corales; y lutitas calcáreas. Las condiciones ligeramente reductoras están reflejadas en el color gris azulado de las calizas, aún cuando los depósitos clásticos reflejan condiciones oxidantes.

Miembro Picuda-Taguarumo:- Depositado en condiciones de ambientes de transición imperantes en zonas de lagunas, marismas, canales de corrientes e islas-barrera que produjeron distintas facies sedimentarias:

● Facies laminadas:- Producidas en un medio de baja e

nergía con exposiciones subaéreas esporádicas y representadas por interestratificación delgada de areniscas bien clasificadas finas, limolitas y lutitas arcillosas y con restos de plantas, entre las que ocurren esporádicas capas de ferrulitas y lutitas carbonosas o con fragmentos de yeso que indican condiciones oxidantes, reductoras o evaporíticas en rápida transición.

- .- Facies de areniscas gruesas:- Desarrolladas entre los niveles de alta y baja marea, permitió el desarrollo de amplios mantos de arena que fueron rápidamente sepultados impidiendo una buena clasificación y redondez de sus partículas; la energía fué intensa y fluctuante permitiendo el desarrollo de estratificación cruzada y "gradación".
- .- Facies Carbonáticas:- Producidas en medios marinos restringidos (lagoons) en donde se interrumpió esporádicamente el aporte de clásticos, formándose capas de calizas intramicríticas, oomicríticas y biomicritas (biolititas), las cuales tienen una extensión y espesor limitados porque fueron rápidamente sepultadas al reiniciarse el aporte de clásticos.

Formación El Cantil:- Se formó en un medio de plataforma marina abierta, con

condiciones de poca energía y alejadas de la influencia del aporte clástico; se depositaron lutitas finamente laminadas y microfosilíferas entre las que se desarrollaron potentes capas de calizas micríticas y biomicríticas. El ambiente debió ser ligeramente reductor como lo evidencia el color gris-azulado de las calizas y gris-oscuro de las lutitas.

4.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL:- La Serranía del Interior -u na cadena de tipo Alpino-, fue sometida a una tectónica de tipo polifásico supracor tical compresivo (C. Beck, 1977), el "Bloque Oriental" O cupa el nivel estructural equivalente de la "Napa Piemon tina" de Venezuela Nor-Central, una cordillera alóctona sobrecorrida hacia el Sur y separada del anterior por el río Unare. No existen argumentos para definir actualmen te la aloctonía de este "Bloque Oriental" por cuanto el sustrato no aflora en ningún lugar de la Serranía; pero se puede observar en base de la cantidad de estructuras que el acortamiento a que estuvo sometido es muy impor tante.

La deformación se manifiesta a toda escala, presen tando corrimientos subhorizontales con deslizamientos ca pa sobre capa, evidenciados por las estrías particular mente claras en los respaldos de capas de areníscas; pre senta truncamientos, engrosamientos de charnela en los pliegues, fallas transcurrentes, inversas y normales, y un diaclasamiento incipiente o definido producidos por este acortamiento.

Las formas topográficas demuestran el control es tructural ejercido en la evolución geomorfológica regio nal. Las elevaciones tienen un sentido ENE-WSW que; coincide con los ejes de pliegues sobre los cuales se ha

cientan; los ríos discurren por valles formados a lo largo de fallas transcurrentes e inversas que han provocado zonas fácilmente erosionables.

4.3.1 Macroestructuras:- Las más importantes son: pliegues mayores amplios con flancos septentrionales de fuerte inclinación al Norte, mientras los meridionales buzan suavemente al Sur; pliegues menores abundantes en las zonas de charnela de los anteriores; y fallas en dirección, inversas y normales.

Pliegues Mayores:- A la escala de la zona, se pueden considerar dos grandes estructuras de plegamiento: el anticlinal de Mochima y el sinclinal de Santa Fé (32, pp. 42). Estos dos grandes pliegues son asimétricos de ejes con dirección E-W y declive al Oeste; su característica principal es la presencia de disarmonías debidas a los contrastes litológicos que complican el estudio de conjunto de estos pliegues.

El comportamiento regulado por la litología se observa en el núcleo del anticlinal de Mochima, en el cual se localiza el miembro Venados; su litología competente hace que este pliegue sea cerrado, asimétrico e isópaco, complicándose al pasar a los miembros superiores que por

su menor competencia se corren formando fallas inversas en su charnela, cubriendo y truncando al miembro Morro Blanco.

El sinclinal de Santa Fé es un pliegue asimétrico semiabierto, que se caracteriza por presentar numerosas complicaciones introducidas por la presencia de rocas muy heterogéneas que provocan corrimientos y fallas inversas en las areniscas gruesas; los niveles finos presentan numerosos pliegues de distintos tipos que van desde simétricos cerrados hasta volcados apretados; todos ellos afectados por corrimientos y fallas inversas significativas que hicieron que H. Rosales (1960) llamara a este pliegue "Zona de fallas de Cotúa".

En los flancos domina la deformación por deslizamiento capa sobre capa de las areniscas, manteniendo constante su espesor y produciendo abundantes pliegues de arrastre en los niveles finos. En la carretera Yagua racual-Mochima (Estación # 21) se observan numerosos corrimientos en estos niveles que demuestran la magnitud considerable de las deformaciones (Fig. # 8).

Pliegues Menores:- Son abundantes en el miembro Pi cuda-Taguarumo que por su litología menos competente presenta pliegues volcados similares o isópacos que generalmente se complican por disarmo

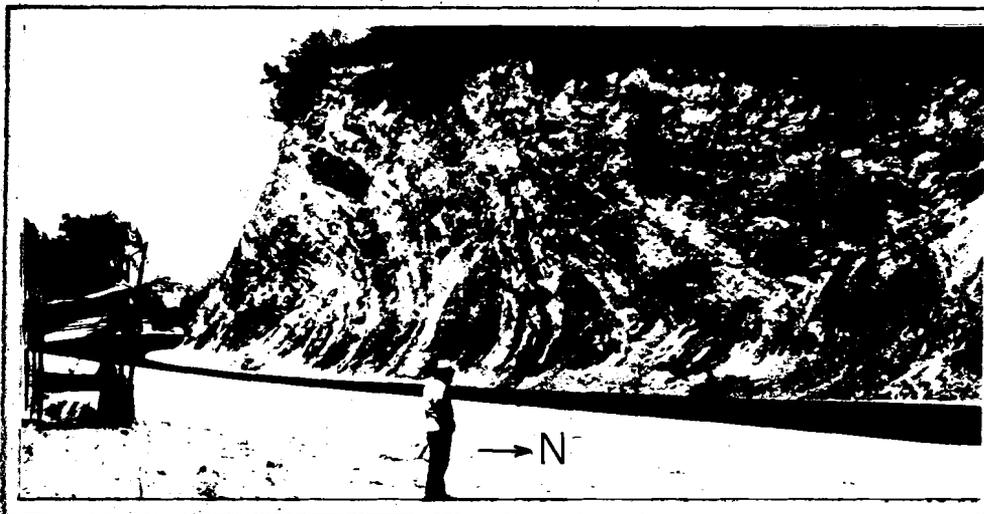


FOTO N°2.- Plegue volcado en un nivel laminado del miembro Picuda-Taguarumo. Carretera Yaguaracual-Mochima (Estación N° 17).

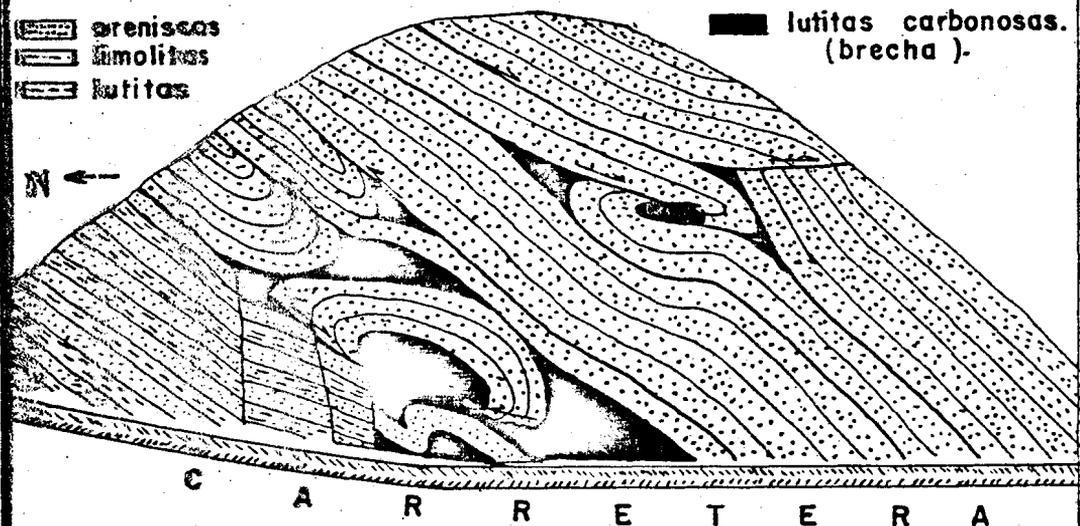


FIG. N°8.- Corte esquemático en la carretera Yaguaracual-Mochima, que muestra corrimientos en dos direcciones (Estación N° 22).

nías con engrosamiento y microplegamiento de las lutitas; los planos axiales tienen rumbo general ENE-WSW con buzamientos variables al S y N. Estos pliegues son particularmente visibles en la línea de costa y a lo largo de las carreteras donde se destacan nítidamente en los cortes (Foto # 2).

Los pliegues de arrastre ocurren en los niveles finos de toda la formación Barranquín y se producen por el par desarrollado en los deslizamientos capa sobre capa de las areniscas gruesas entre las que se intercalan. Generalmente son asimétricos y debido al contraste litológico toman formas de pliegues en abanico, recumbentes o subsoclinales.

Su disposición permite concluir que la construcción de los mismos se hizo por un mecanismo de deformación de flanco y charnela; lo que nos indica una evolución tectónica localizada en el nivel estructural superior, donde las condiciones de profundidad somera permitieron un dominio marcado de pliegues isópacos y fracturas que reflejan el comportamiento frágil de los materiales.

Un último grupo de pliegues amplios, simétricos e isópacos serían los más jóvenes y estarían asociados con un acortamiento menor de dirección EW a ESE-WNW (probablemente aún activo ?).

Fallas:- Se presentan de tres tipos principales: fallas inversas de angulo alto, fallas subhorizontales (corrimientos) y fallas transcurrentes. Las primeras son las más visibles en los afloramientos y ocurren preferentemente en las charnelas de los grandes pliegues ya descritos, pero es probable que en profundidad se transformen en corrimientos subhorizontales como lo demuestra el estilo tectónico dominante en toda la serranía. Un ejemplo de este tipo es la falla que separa las formaciones Barranquín y El Cantil que aflora en la punta Tentenocaigas y comprime los niveles finos de la primera contra las calizas competentes de la segunda (Foto # 3).

Las fallas subhorizontales son más comunes y más difíciles de identificar que las anteriores, porque ocurren preferentemente como cabalgamientos desde incipientes hasta relativamente importantes; generalmente se localizan en los niveles finos donde las lutitas arcillosas sirven de "lubricantes" que permiten estos despegues a lo largo de los planos de estratificación; pero también ocurren en las areniscas gruesas que en su movimiento flexionan y truncan los niveles finos (Foto # 4)

Aunque los cabalgamientos de poca magnitud se determinan con facilidad en los afloramientos, los más importantes no son visibles, deduciéndose su existencia por-

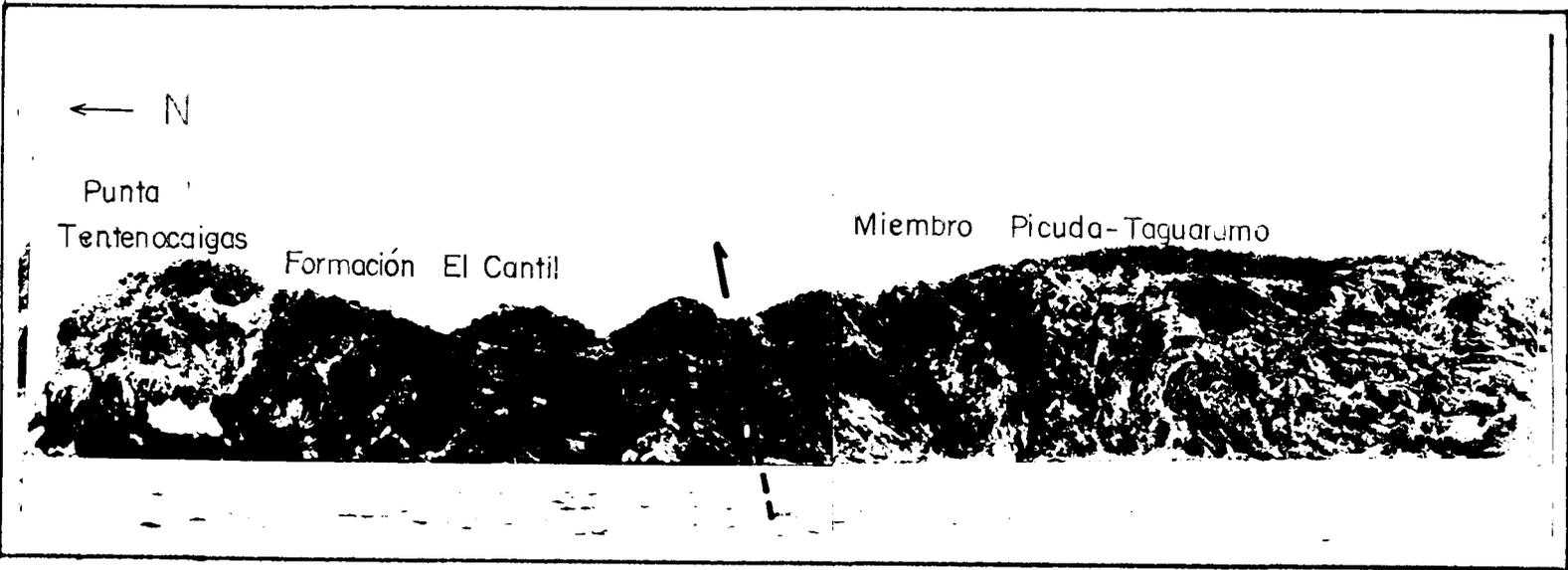


FOTO Nº 3.- Falla inversa que sirve de contacto entre el miembro Picuda-Taguarumo de la formación Barranquín, y la suprayacente formación El Cantil. Notese que el primero está comprimido contra la segunda formando un anticlinal volcado (Punta Tentenocaigas, Peninsula de Manare).



FOTOS Nº 4.- Corrimientos de areniscas gruesas que en su avance flexionan y truncan capas desde areniscas gruesas hasta arcillitas laminadas.

que el Miembro Morro Blanco está truncado y parcialmente cubierto por el miembro superior Picuda-Taguarumo, o por que ocasionalmente se encuentran niveles lutáceos que engloban olistolitos calcáreos ó de areniscas gruesas asociados con estos corrimientos.

Las fallas inversas y cabalgamientos tienen un sentido irregular con una orientación preferente EW a ENE-WSW.

Las fallas transcurrentes también son frecuentes, con desplazamientos de magnitud que varía desde milimétricos hasta macrométricos. Las primeras se las considera microfallas y su medición y ploteo ha sido usado para determinar direcciones de esfuerzos; las segundas parecen indicar una génesis de cizallamiento producida por un acortamiento creciente hacia el Oeste evidenciado por su juego de movimiento sinistral con dos direcciones preferenciales de orientación: N35-40E y N20-30E.

Ocurren además fallas normales de pequeño desplazamiento que son muy visibles en los taludes de la carretera Santa Fé-Cumaná, desde Yaguaracual hasta El Paradero; éstas afectan de preferencia a los niveles de areniscas gruesas, amortiguándose en los niveles finos y su génesis se atribuye a un estado de tensión producido por encima del nivel neutro en el momento del plegamiento. (Fig. # 9).

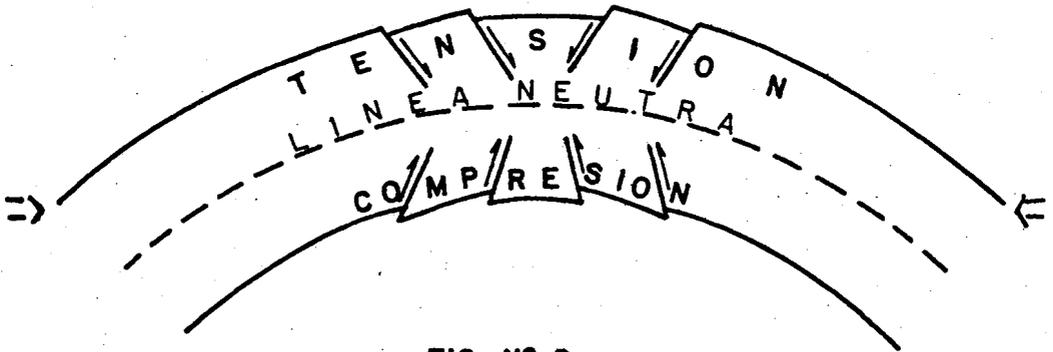


FIG. Nº 9

Estado de tensión producido por una compresión.

En la zona no se encuentra ninguna falla regional importante, pero a 8 Km. hacia el N se localiza la falla El Pilar (inferida) mientras al SE y SO ocurren las fallas de San Francisco y Urica respectivamente; todas ellas son transcurrentes de movimiento dextral y están asociadas posiblemente con los esfuerzos más recientes.

4.3.2 Microestructuras:— Se presentan como microfallas, estilolitos, grietas de tensión y diaclasas; características indicativas de una deformación localizada en el nivel estructural superior ya mencionado, como resultado del comportamiento frágil de las rocas.

Las microfallas se presentan frecuentemente en los bancos potentes de areniscas gruesas, donde se las en-

cuentra espaciadas ≈ 1 m. entre sí, formando grupos homogéneos de comportamiento similar con orientaciones preferenciales en dos o tres direcciones. (Ver anexo 2).

Los planos de estas microfallas exhiben generalmente un juego de estrías Subparalelas o formando ángulos pequeños con la estratificación; aunque ocasionalmente se encuentran dos juegos, uno paralelo a la estratificación que es más antiguo, y otro más joven aproximadamente perpendicular al primero. Finalmente se observaron pocas estrías curvas que indican fallas rotacionales locales.

Los estilolitos o planos de disolución se forman de preferencia en rocas carbonatadas, siendo un elemento diagnóstico para determinar la orientación de los ejes principales de esfuerzo, sin embargo aquí no fueron utilizados en estudios estadísticos, pero su orientación coincide con el sentido de compresión N-S a NNW-SSE obtenido por otros métodos.

Las grietas de tensión son el otro elemento indicativo de la deformación, estando asociado con los dos anteriores. Se encontraron pocas grietas rellenas de cuarzo en las areniscas gruesas; pero son mucho más frecuentes en las calizas donde están rellenas de calcita. En general se correlacionan con el evento compresivo N-S a NNW-SSE.

La medición de estos tres parámetros combinados permite determinar estadísticamente la orientación de los ejes principales de esfuerzo, pero por su escasa ocurrencia no pudieron ser aquí utilizados los dos últimos.

Las diaclasas se presentan en toda la zona, variando su intervalo desde 3 hasta 0.05 m. (muy espaciadas a muy frecuentes), siendo en general más definidas en los niveles gruesos que se encuentran cerca de fallas o en pliegues. (Fig. # 17).

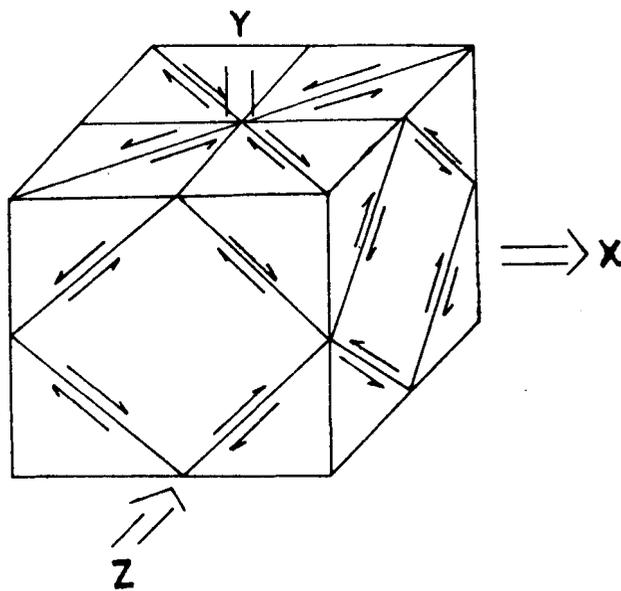
4.3.3 Determinación de Esfuerzos Principales;- Se elaboraron diagramas de frecuencia utilizando red estereográfica de Schmidt, en la que se plotearon polos de planos de estratificación; ejes de pliegues cerrados o tumbados; y estrías de microfallas.

Polos de Estratificación;- Se tomaron 330 medidas en toda la zona, mostrando una orientación preferencial alrededor del rumbo N70-80E. Los buzamientos más frecuentes son 70° hacia el N y 50° hacia el S, (Fig. # 10).

Ejes de Pliegues;- 25 medidas de ejes de pliegues indican dos concentraciones má-

ximas alrededor de los puntos 20° en dirección S 75° W y 14° en dirección S 80° E, siendo más frecuentes los segundos (Fig. # 11).

Fallas:- Como complemento se elaboraron diagramas de frecuencia de polos de planos que contenían a su vez los polos del plano y la estría de falla, de manera que las concentraciones máximas se dispondrán en las direcciones en que actúan los esfuerzos principales de compresión (Z), de distensión (X) e intermedio (Y); pudiendo presentarse concentraciones menores a $\approx 45^{\circ}$ de las anteriores y producidas por esfuerzos secundarios inducidos por los anteriores, como se puede deducir del siguiente esquema:

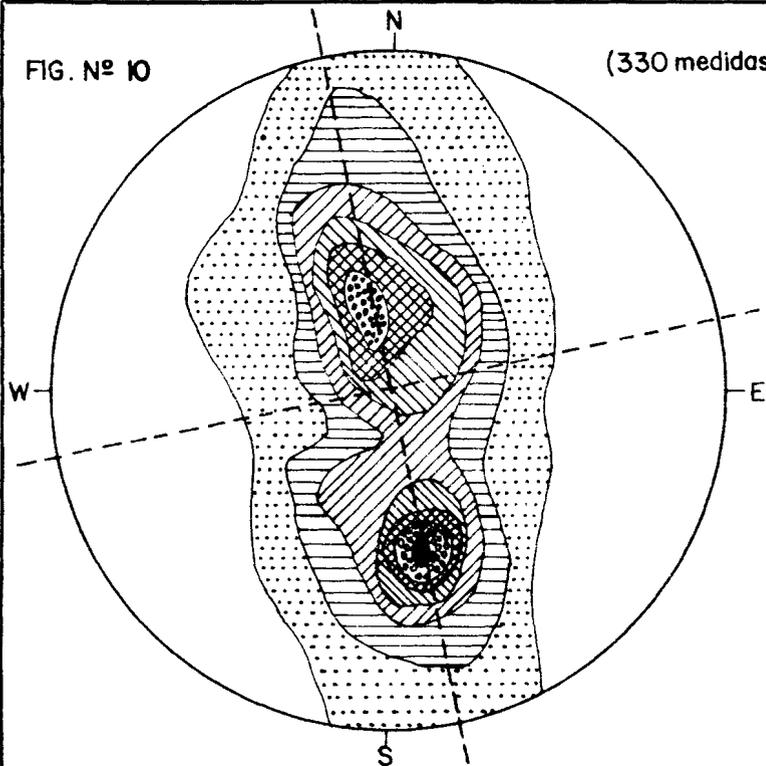


Esquema # 1:

Disposición de fracturas en un sistema sometido a esfuerzos.

FIG. N° 10

(330 medidas)



POLOS DE PLANOS DE ESTRATIFICACION
DIRECCION DE COMPRESION (media): N12°W

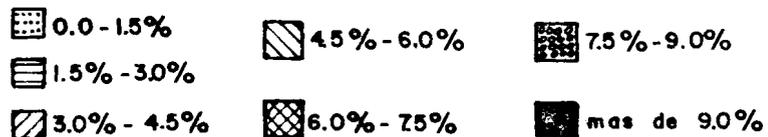
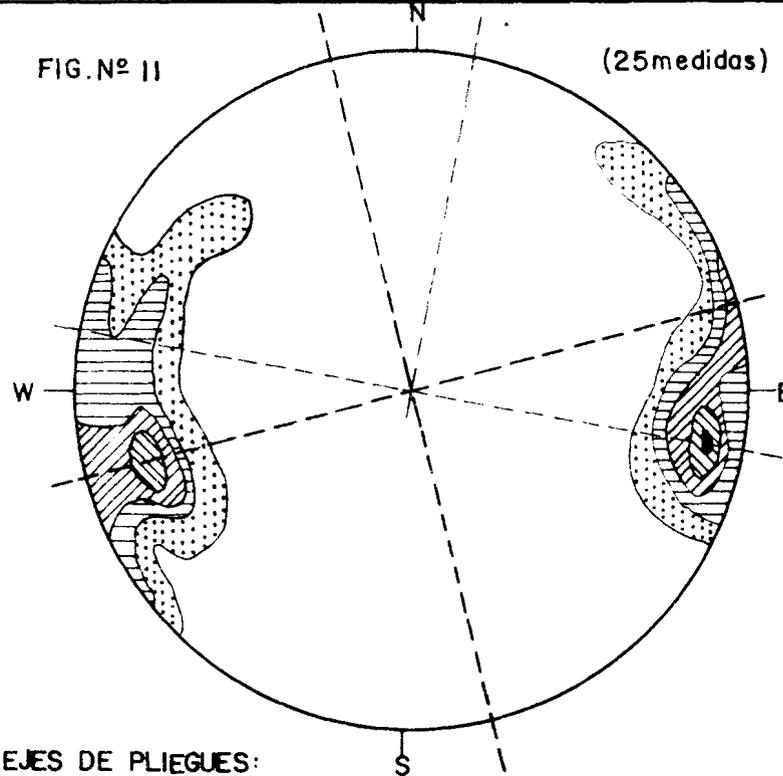


FIG. N° 11

(25 medidas)



EJES DE PLIEGUES:

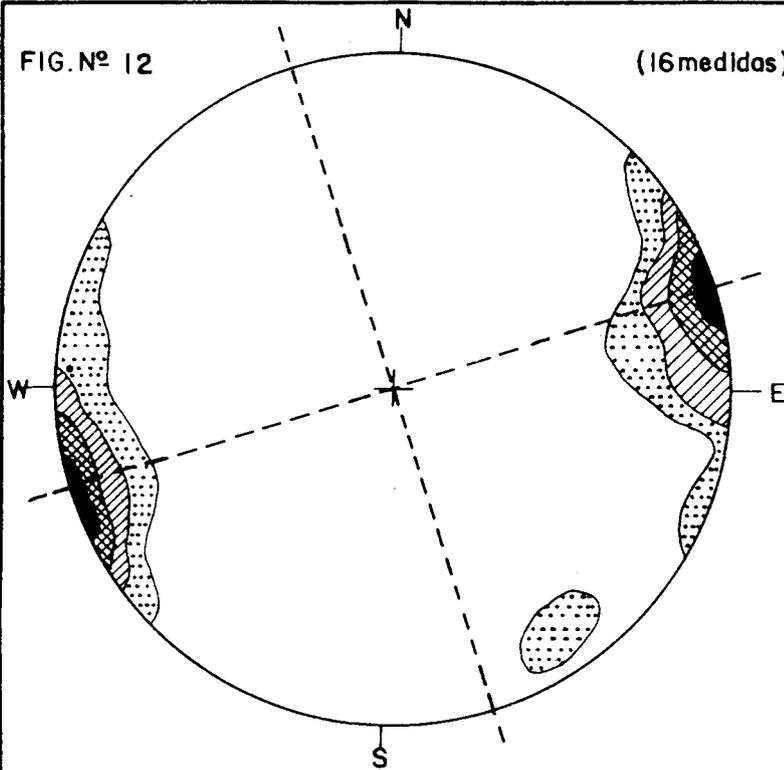
CONCENTRACIONES MAXIMAS: 20°/S75°W y 14°/S 80°E

DIRECCIONES DE COMPRESION (medias): N15°W y N10°E



FIG. Nº 12

(16 medidas)



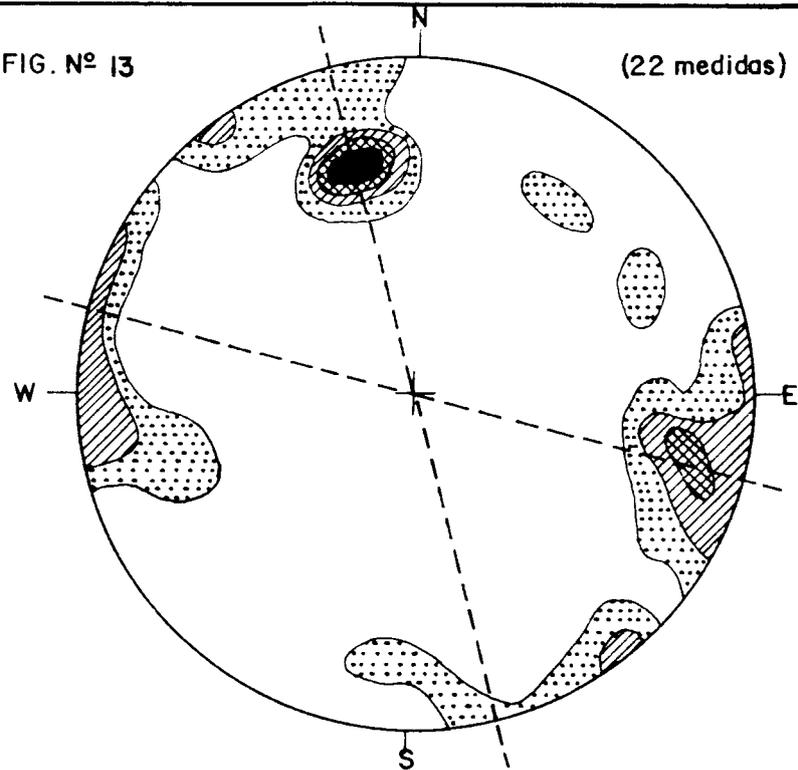
FALLAS INVERSAS

DIRECCION DE COMPRESION (media) : N18W



FIG. Nº 13

(22 medidas)



FALLAS NORMALES

DIRECCIONES DE COMPRESION (medias): 30°N17W y 18°S77E.



FIG. N° 14

(26 medidas)

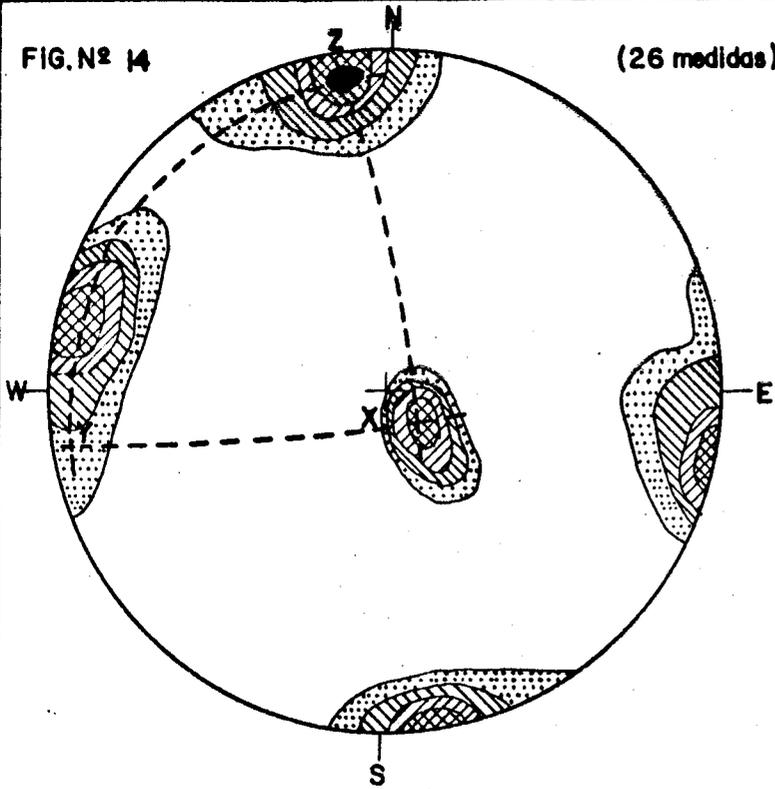


DIAGRAMA DE MICROFALLAS : (Estación N°17)

EJES PRINCIPALES DE ESFUERZO



FIG. N° 15

(22 medidas)

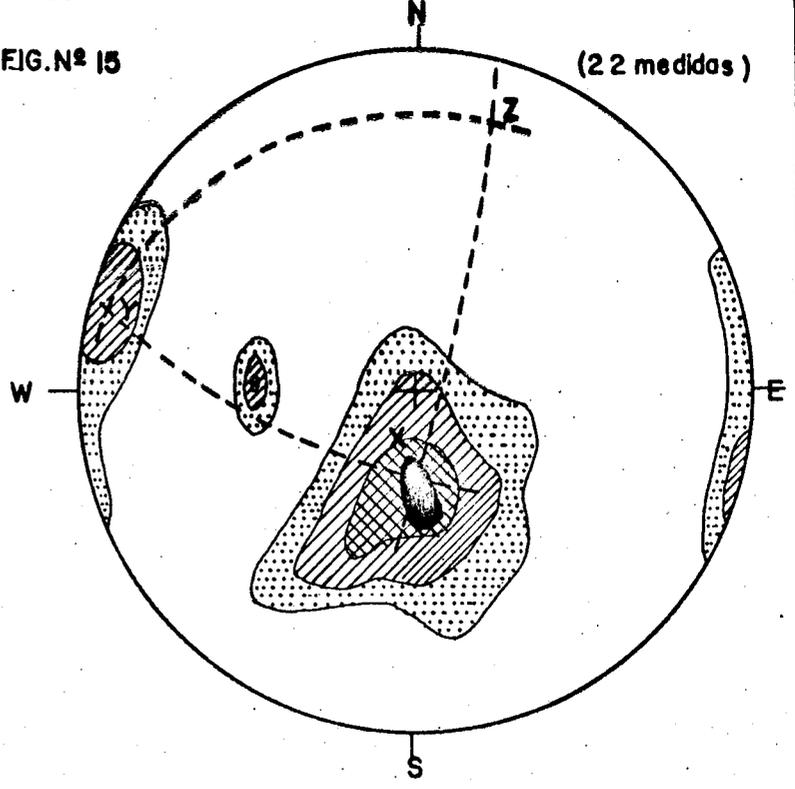


DIAGRAMA DE MICROFALLAS : (Estación N°22)

EJES PRINCIPALES DE ESFUERZO



FIG. N° 16

(28 medidas)

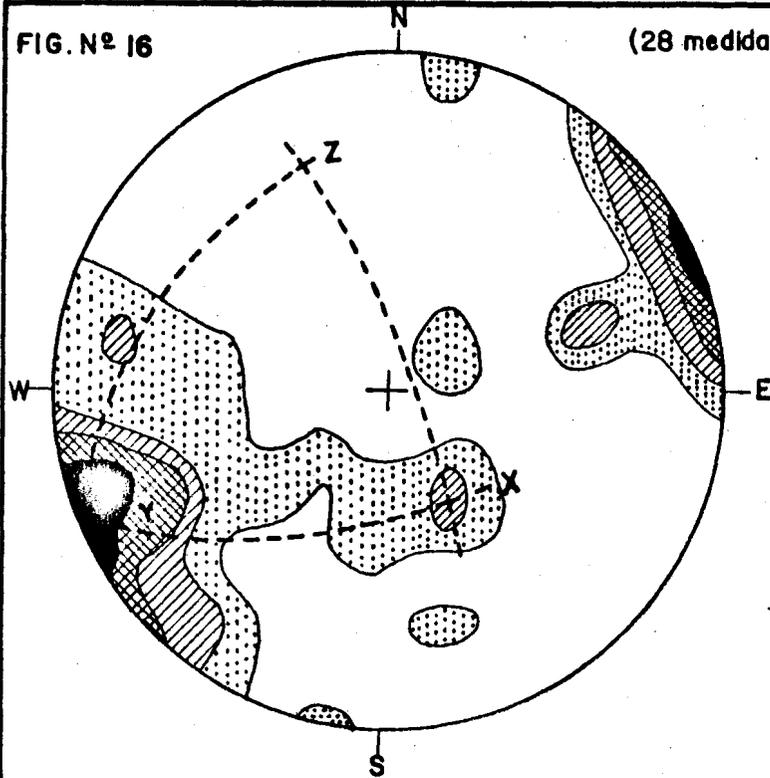


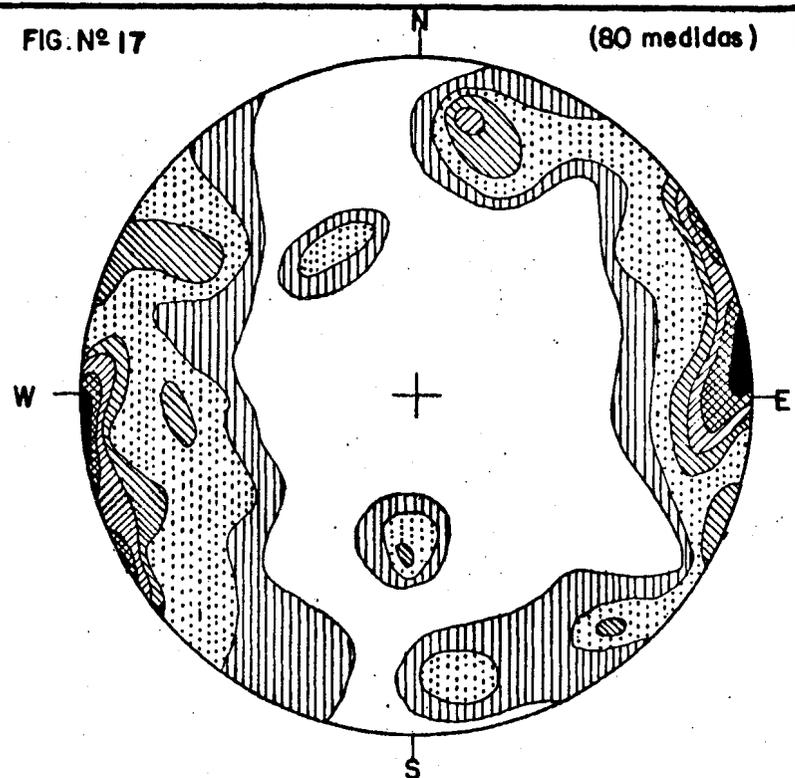
DIAGRAMA DE MICROFALLAS: (Estación N° 18B.)

EJES PRINCIPALES DE ESFUERZO

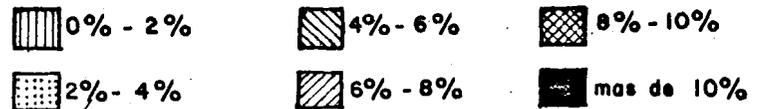


FIG. N° 17

(80 medidas)



PLANOS DE DIACLASAS: (POLOS)



Los diagramas resultantes se observan en las figuras 12 a 16 que se adjuntan.

Interpretación:- Los diagramas construidos muestran dos direcciones preferenciales de deformación: una importante y temprana que fue producida por una compresión N-S a NNW-SSE, y otra más joven y de menor importancia producida por una compresión E-W a ESE-WNW. Los diagramas de estratificación y ejes de pliegues indican también una compresión importante N-S a NNW-SSE; pero también parecen indicar otra compresión de dirección N-S a NNE-SSW; sin embargo esta última dispersión puede ser justificada asumiendo que las estructuras indicativas de la compresión inicial han sido deformadas por la compresión EW a ESE-WNW posterior.

4.3.4 Principales Eventos Tectónicos:- La información recolectada en las macro y microestructuras, permite diferenciar claramente dos eventos tectónicos compresivos: Un evento antiguo de dirección N-S a NNW-SSE que tuvo una intensidad importante, y otro evento posterior de dirección E-W a ESE-WNW, y magnitud relativamente menor.

Durante el primer evento se produjo un plegamiento fuerte acompañado de un fracturamiento representado por

fallas transcurrentes, inversas y normales; posteriormente, y durante el mismo evento, la deformación evolucionó hasta un dominio de fallas inversas y subhorizontales (corrimientos) muchos de los cuales pueden ser definidos por un nivel de "despegue" lutáceo en el que se encuentran embebidos olistolitos de calizas de 5 a 100 cm. de diámetro.

En el segundo evento, que sería mucho más joven y que posiblemente está aún activo, se producen únicamente pliegues amplios simétricos e isópacos acompañados de fallas reactivadas en los planos de otras preexistentes.

Aunque los eventos descritos son los más fácilmente diferenciables en esta zona, lo más probable es que no sean los únicos que han actuado, representando el primero una superposición de dos o más esfuerzos que actuaron en el mismo sentido y que podrían ser diferenciables mediante el estudio de las demás formaciones que componen la columna estratigráfica del "Bloqueo Oriental".

4.4 EVOLUCION HISTORICA:- La Historia Geológica se interpreta a partir de una deposición clástica en una cuenca de lenta subsidencia que forma parte del flanco meridional de un geosinclinal en evolución. El tiempo de hundimiento abarca desde el cretáceo inferior, desconociéndose la historia anterior por la ausencia de rocas mas antiguas, y alcanza su máxima profundidad en el tiempo de la formación Querecual (Turonense). Un levantamiento también lento se inicia desde entonces, y continúa hasta el Paleoceno-Eoceno en que las áreas se hacen positivas (inconformidad Santa Anita-Merecure, véase Geología Regional); durante todo este intervalo ocurre una deposición sin interrupciones significativas, apareciendo los fenómenos compresivos unicamente casi al finalizar el mismo.

4.1.1 Evolución de las Cuencas de Sedimentación:- Las con condiciones en que se inicia la secuencia estratigráfica conocida corresponden a las de una plataforma ligeramente inestable y de lenta subsidencia, con un área-fuente cercana que proporcionó importantes aportes clásticos. La composición mineralógica descrita en el tópico de Estratigrafía, unida a la coexistencia de granos muy angulosos junto con otros muy redondeados de cuarzo, sugiere

que ésta área-fuente estuvo formada por rocas de composición granítica (Escudo Guayanés?) y sedimentarias clásticas poco significativas.

La cuenca puede definirse como una costa clástica lineal (30, pp. 103) con particularidades de una llanura costera fluvial, como son zonas de canales entrelazados (areniscas gruesas) y zonas de lagunas o pantanos costeros (niveles finos). Localmente una mayor variedad litológica permite una separación de condiciones más particulares pero también de alcance más restringido.

Las propiedades de llanura costera fluvial, que aquí corresponden al miembro Venados, evolucionaron a condiciones de llanuras y lagunas tidales, seguramente de extensión limitada e interrelacionadas entre sí, lo que se demuestra por la variación de facies tanto lateral como vertical, y el alcance restringido que caracterizan al miembro Morro Blanco, representante de este medio.

Posteriormente un incremento en el aporte clástico transformó la cuenca, dando paso a la formación de varios medios de extensión limitada, con zonas de canales entrelazados, zonas de lagunas tidales, zonas de playa e islas-barrera; todas ellas interrelacionadas y de rápida evolución que produjeron sedimentos de distintas facies interdigitados y variables lateral y verticalmente, que demuestran el carácter transicional del medio.

La lenta subsidencia fué finalmente más importante que el aporte clástico, permitiendo que la cuenca adquiriera paulatinamente condiciones propias de una plataforma marina abierta, con restringidos aportes clásticos del continente que disminuían hacia el Norte a expensas de una mayor cantidad de sedimentos químicos y biológicos aportados por el mar y los organismos del medio. (Fm. El Cantil).

La estratigrafía regional del "Bloque Oriental" demuestra que la subsidencia continuó durante el cretáceo superior, alcanzando su máxima profundidad en el Turoniense (fm. Querecual) a partir del cual se inicia un lento ascenso que culmina en el Eoceno cuando las áreas se hacen positivas (H. Hedberg, 1950; H. Rosales, 1960).

4.4.2 Superposición de fases tectónicas:- Los análisis de estructuras permite proponer la siguiente evolución tectónica:

- .- Una cuenca de lenta subsidencia, presente desde el Cretáceo inferior, que alcanza su máxima profundidad en el Turoniense (fm. Querecual). La zona estaría formando parte del flanco Sur de esta cuenca.
- .- Un levantamiento, también lento, iniciado en el Turoniense y que termina en el Eoceno (?).

- .- Un evento compresivo mayor (dos o más?) de edad no determinada (Terciaria) y dirección N-S a NNW-SSE, que produce fallas transcurrentes, fallas inversas, plegamiento y corrimientos.
- .- Un evento compresivo menor, mucho más joven que el anterior y de dirección \approx E-W, que produce pliegues amplios simétricos (y reactivación de fallas pre-existentes?), curvando suavemente las estructuras anteriores.

La cronología de estos eventos no es diferenciable localmente, pues las rocas involucradas cubren únicamente el tiempo de sedimentación del Cretáceo inferior; sin embargo en base de los datos de Geología Regional podemos diferenciar el tiempo de ocurrencia de los dos primeros, ubicando también los restantes a partir del Eoceno inferior.

El evento más importante, de dirección N-S a NNW-SSE probablemente sea en realidad una superposición de eventos (dos o más?) que actuaron en la misma dirección. Esta suposición se apoya en la existencia de dos eventos compresivos importantes, uno en el Eoceno inferior y otro en el Mioceno medio, que afectaron la "Faja Piemontina" de Venezuela Nor-central; la cual ocupa hacia el Oeste el mismo lugar estructural del "Bloque Oriental". (C. Beck, 1977).

H. Hedberg (1950) propone una evolución similar para dicho "Bloque" con un levantamiento orogénico en el Eoceno y una reactivación con fallamiento y plegamiento en el Mioceno.

Las estrías de microfallas que se disponen mayormente paralelas a los planos de estratificación, demostrando un juego transcurrente anterior al plegamiento, y la ocurrencia frecuente de dos juegos de estrías diferentes, apoyan también la existencia de más de un evento con reactivación de fallas preexistentes.

Las fallas normales que afectan niveles de areniscas gruesas y cortan pequeños corrimientos basales, indican fenómenos localizados de distensión, pero que no necesariamente ocurrieron como eventos separados, pues pueden justificarse fácilmente asumiendo que durante el plegamiento las rocas que ellas afectan estuvieron por encima del nivel neutro (Fig. #9; foto # 5).

Se puede inferir que la cuenca de sedimentación estuvo originalmente localizada en un lugar geográfico mucho más al Norte del que se halla actualmente, al cual ha arribado por el acortamiento importante que ha sufrido la región. El mecanismo responsable de este acortamiento es una compresión que afectó únicamente a la cobertera sedimentaria, como lo demuestra la ausencia de afloramientos del sustrato en toda la serranía del Inte-



FOTO Nº 5.- Falla normal casi vertical que corta un corrimiento de bajo ángulo. (Entrada a Mochima).

rior; esto implica la presencia de un despegue basal por encima del cual la cubierta sedimentaria se plegó y falló, sin afectar significativamente al basamento, sugiriendo que el "Bloque Oriental" es una cordillera al menos parcialmente sobrecorrida. (Fig. # 18).

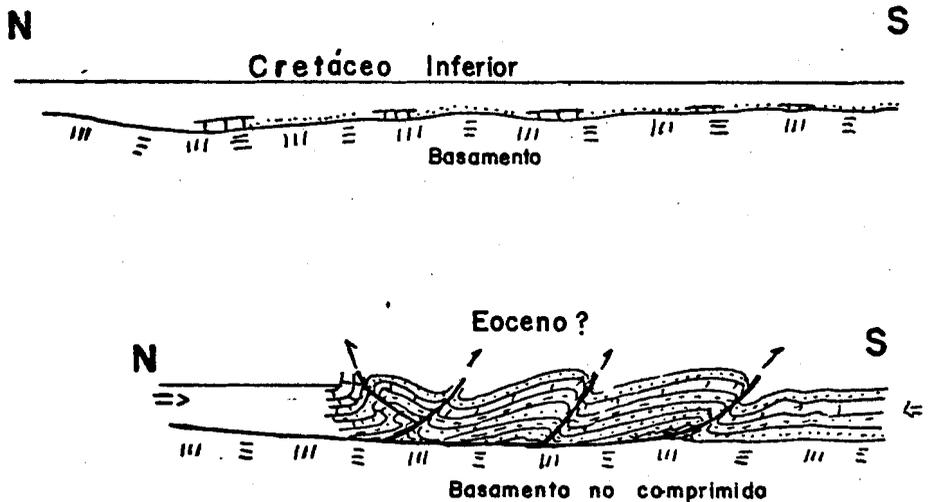


FIG. Nº 18

Esquema interpretativo del mecanismo de la deformación.

4.4.3 Correlación entre las tectónicas Local y Regional:

La cadena del Caribe, de tipo Alpino, se compone de varias fajas aloctonas superpuestas, con rumbo general E-W y sentido de vertimiento hacia el Sur. (Bellizzia, 1972; Menéndez, 1966). El "Bloque Oriental" ocupa el lugar estructural de la "Faja Piemontina" de Venezuela Nor-central, la cual ha sido desplazada hacia el Sur

por un "esfuerzo supracortical compresivo" que afectó únicamente a la cobertera, sin intervención significativa del basamento, y es parte de la siguiente evolución paleotectónica (C. Beck, 1977).

- .- Una compresión mayor que ocurre en el Eoceno inferior y afecta fuertemente la "Faja Piemontina", con sentido NW-SE.
- .- Una distensión de la misma dirección, que produce una subsidencia al Sur del Relieve formado en la etapa anterior.
- .- Una compresión mayor en el Mioceno Superior con reactivación de las zonas ya definidas y un acortamiento "cutáneo" del terciario Superior sobre sí mismo.
- .- Un movimiento ligero con fallas inversas y normales, seguido por un neotectonismo no estudiado en detalle.

V. Campos y S. Osuna (1977) en la zona de Boca de Uchire (Venezuela Nor-central) proponen el siguiente cuadro paleotectónico aplicable a todo el frente de montaña:

- .- Una gran cuenca geosinclinal en el Cretáceo superior-Eoceno inferior (con depósitos de tipo flysch), cuyo límite Norte era una cadena igneo-metamórfica.
- .- Deslizamientos gravitacionales desde el borde Norte

en la etapa final de su evolución.

- .- Una compresión fuerte iniciada a fines del Eoceno inferior, que sobrecorre las unidades igneo-metamórficas sobre la cuenca flysch.
- .- Un nuevo e intenso período de compresión iniciado en el tope del Mioceno medio, con dirección N-S, que produce un nuevo movimiento de la paleo-ropa del Eoceno; y un despegue de la "Faja Piemontina" que detiene su avance al chocar contra el terciario superior, plegándolo.
- .- Una etapa de descompresión de igual dirección, que ocurre en el Mioceno Superior y produce Horsts y Gravenes, con depósitos molásicos en estos últimos.
- .- Una compresión menor de dirección N-S que actúa en un tiempo posterior al Plioceno, produciendo fallas verticales y transcurrentes NW-SE y NE-SW.

La evolución anteriormente propuesta concuerda parcialmente con las de los autores citados; las diferencias radican en que no se encontraron indicios que sugieran un fallamiento normal significativo atribuible a una etapa de descompresión (distensión); y que el último evento sugiere una compresión (local?) de dirección

E-W obtenida por el ploteo de polos de estratificación medidos en los flancos de un anticlinal amplio simétrico

(Fig. # 19).

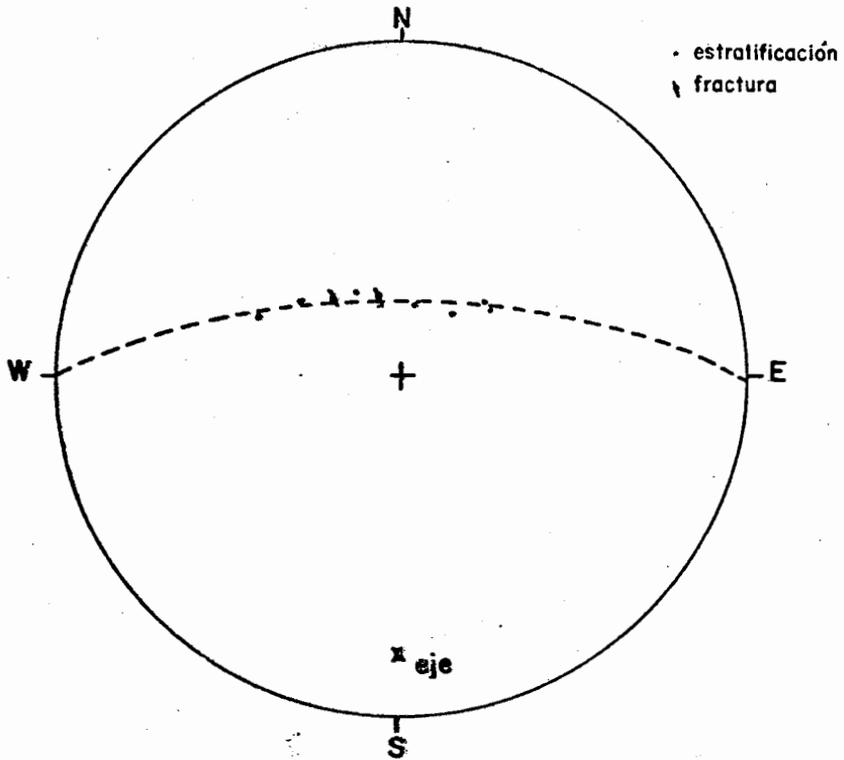


Fig. # 19:- Eje de pliegue anticlinal obtenido por ploteo de planos de estratificación.

CAPITULO V

GEOLOGIA ECONOMICA

No se conocen depósitos minerales de importancia económica que sean aprovechados actualmente en la zona del Golfo de Santa Fé, sin embargo no debe descartarse la posibilidad de que en un futuro lo sean. Son potencialmente significativos los bancos de calizas de la formación El Cantil y las areniscas gruesas de la formación Barranquín; en la cual también se adelantan estudios de exploración por minerales de Uranio.

Las calizas de la formación El Cantil tienen un contenido de CaCO_3 que fluctúa entre 92 y 99%, razón por la cual en Pertigalete (10 Km. al E de Puerto La Cruz) son utilizadas como materia prima para la fabricación de cementos desde 1946. Localmente constituyen una reserva significativa de alrededor de 60.000 m.³, aflorando únicamente en la parte más septentrional del área.

Los bancos potentes de areniscas gruesas cuarzosas tienen contenidos de sílice en porcentajes que fluctúan entre 90 y 98%, por lo que constituyen reservas importantes que pueden ser aprovechadas como materia prima para la fabricación de vidrios, o como material de construcción.

El Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria Nuclear de Venezuela, adelanta trabajos de exploración por minerales de Uranio a través de todo el país, considerando entre las posibles zonas favorables a la Serranía del Interior y dentro de ella los afloramientos de las formaciones Barranquín y Querecual.

5.1 OCURRENCIA DE DEPOSITOS:- Los bancos de calizas de la formación El Cantil afloran en las Puntas: Tentenocaigas, La Cruz, Aguirre, Barranca de Guaygua y de Puerto Escondido, cubriendo una extensión aproximada de 900 m.² con un volumen de cerca de 60.000 m.³, considerados a partir del nivel del mar.

Las areniscas gruesas ocurren muy comúnmente en toda la zona, formando bancos potentes que resaltan como elevaciones dominantes en la Topografía.

En el sitio Marín Arriba afloran bancos potentes de una arenisca muy cuarzosa, blanca, de grano medio a fino, cuya característica principal es su buena clasificación y relativa friabilidad que la convierten en un material idóneo para la elaboración de abrasivos tales como lijas, muelas de afilar, muelas de hacer pulpa, ruedas de molinos, etc. (A. Bateman, 1957).

El miembro Morro Blanco forma una estrecha franja de calizas, lutitas y areniscas, con 230 m. de espesor

que aflora en la parte central de la Península de Manare, Cerro Las Maritas, Cerro Escondido y quebrada de Arrojata, constituyendo también un volumen de reservas significativo de Calizas.

No se tiene conocimiento de ninguna anomalía de importancia detectada en esta zona en la prospección por minerales de Uranio, pero debe dejarse en claro que ésta es de inicio reciente, por lo que no debe descartarse la posibilidad de encontrar posteriormente depósitos de estos minerales.

5.2 EXPLOTACION:- Los afloramientos de calizas de El Cantil constituyen cuerpos de gran volumen en la mayoría de los cuales las capas se disponen subverticales; la cubierta de suelo es muy poco significativa o está totalmente ausente, por lo que no sería ningún problema ponerlos en explotación por el sistema de canteras a cielo abierto. Por su compactación, dureza y contenido de CaCO_3 , este material constituye excelente materia prima para elaborar piedra de construcción (aglomerados, gravilla, etc.); calentada serviría para fabricar Cal (CaO) que se emplearía como mortero para la construcción de viviendas de tipo popular en el Pueblo de Mochima y para familias de pescadores que residen a lo largo de toda la costa. Otro uso relativamente inme-

diato sería en la elaboración de fertilizantes y acondicionadores de suelos necesarios en la agricultura.

Las calizas del miembro Morro Blanco, aunque son de menor espesor, podrían ser explotadas por los mismos métodos y su aplicación sería igual que la descrita para la formación anteriormente citada.

La morfología sugiere que los grandes bancos de areniscas gruesas que ocurren en toda la zona, y las areniscas bien clasificadas de Marín Arriba, podrían ser explotadas con relativa facilidad a cielo abierto; la capa de suelo normalmente es muy poco significativa y las decisiones estarán influenciadas mayormente por los resultados de análisis químicos y granulométricos que determinarán los materiales más idóneos a ser empleados dependiendo de los usos a los que estén destinados.

La utilización más factible será para elaborar piedra de construcción, o en la fabricación de refractarios y abrasivos, aunque por su contenido de sílice debería estudiarse la posibilidad de ser aprovechada como materia prima en la industria del vidrio.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- .- El trabajo de campo permitió diferenciar con relativa facilidad a los tres miembros de la formación Barranquín en toda la zona; para ello se aplicaron como criterios la superposición estratigráfica, el carácter más arenoso del miembro inferior Venados, la ocurrencia de una fina alternancia de calizas, lutitas y areniscas del miembro intermedio Morro Blanco que constituyen un horizonte guía de fácil correlación; y la diferencia litológica de éste con la formación El Cantil. De esta manera las rocas que no concuerdan en sus propiedades con las descritas para estos miembros, pueden ser atribuidas al miembro Picuda-Taguarumo, apoyándose además en hechos como una mayor ocurrencia de lutitas o de esporádicas capas de calizas verde-oliva distintivas de este miembro.
- .- El carácter interdigitado y de gran variedad de facies que ocurre en la parte más septentrional del área, hacia el Sur va adquiriendo un carácter menos heterogéneo, por lo que podemos concluir que la separación aquí planteada, aunque de carácter más regional, finalmente no será aplicable sino en un área re

lativamente pequeña hacia el Norte de la Serranía del Interior.

- .- La composición mineralógica de las rocas aquí descri^utas abarca detritos de cuarzo y mica para la fracción arena y limo, mientras que la fracción más fina está compuesta de arcillas que pueden ser expansivas y no expansivas. A pesar de existir en las capas gruesas granos de hasta 2 cm. de diámetro (esporádicos), no se han observado fragmentos líticos de rocas metamórficas o ígneas, existiendo muy esporádicos de una arenisca de grano fino (Muestra M-16). Los granos son mayormente subangulosos, aún cuando se encuentra una pequeña proporción de granos muy redondeados en la fracción arena de las lutitas arenosas (arena de 2do. ciclo); por lo que se puede sugerir que el área fuente estuvo formada por rocas de composición semejante a la de rocas graníticas (cuarzo, feldespato y micas), y rocas sedimentarias del tipo de areniscas, poco significativas.
- .- La litología sugiere una gran variedad de ambientes transicionales inicialmente más continentales que fueron adquiriendo paulatinamente un carácter definitivamente marino de aguas someras, evidenciando una subsidencia; por lo que se puede definir al medio global de depositación como una Costa Clástica Li-

neal donde los aportes, aunque importantes, fueron menos significativos que la subsidencia, dando como resultado una transgresión marina hacia el Sur.

- .- Se concluye que el área fué sometida a un esfuerzo de tipo polifásico supracortical compresivo, apoyándose en las siguientes consideraciones: La ausencia de afloramientos de rocas pertenecientes al sustrato más antiguo sugieren que éste no fué afectado por la compresión, la cual perturbó únicamente a la cobertura, plegándola y fracturándola. Las medidas de macro y microestructuras, así como la correlación tectónica regional sugieren que el acortamiento se realizó por la superposición de más de un evento compresivo cuyo carácter se evidencia por la intensidad y frecuencia de las mismas.
- .- La intensidad de la fracturación demuestra que las rocas, en el tiempo de ocurrencia de los eventos compresivos, estuvieron localizadas en el nivel estructural Superior de la Cadena, en el que las condiciones de presión y temperatura relativamente débiles permitieron un comportamiento frágil de los materiales.
- .- Como consecuencia de las dos últimas consideraciones anteriores, es posible proponer la presencia de un despegue basal que provoca una aloctonía al menos

parcial del "Bloque Oriental" sobre un sustrato pre-Aptiense (pre Barremiense o Cretáceo inferior más antiguo) compuesto por rocas de naturaleza desconocida (equivalentes de las formaciones Carrizal y Hato Viejo de los llanos Orientales, o un sustrato igneo metamórfico?).

RECOMENDACIONES:

- .- Se recomienda comparar el presente trabajo con los efectuados en áreas adyacentes, de manera que se puedan definir más regionalmente los miembros de la formación Barranquín, así como también las estructuras geológicas.
- .- Extender el estudio geológico a todo el "Bloque Oriental" para poder separar e identificar los diferentes eventos actuantes y su naturaleza.
- .- Se considera necesario enfatizar en el estudio de capas subhorizontales de areniscas conglomeráticas potentes y cuarzosas que ocurren en los lugares más elevados topográficamente, especialmente en su base, pues parece que ellas ocurren sobre niveles de despegue y pueden tener desplazamientos significativos.
- .- Se debe emprender un estudio de prospección de las areniscas gruesas en toda la serranía, realizando análisis químicos en los lugares más factibles para de-

terminar el porcentaje de silice (SiO_2) así como de elementos o minerales no deseados, con miras a aprovechar estos materiales como materia prima en la industria del vidrio.

CAPITULO VII

APLICABILIDAD DEL METODO EN EL ECUADOR

7.1 INTRODUCCION:- El presente capítulo ha sido incluido para cumplir con el requisito de aplicabilidad del trabajo realizado a una zona de la Geología Ecuatoriana, sugerido por la Junta del Departamento de I.G.M.P.

El método de análisis estadístico de microestructuras aquí utilizado, puede ser aplicado en cualquier lugar en que se presenten rocas sedimentarias plegadas y/o fracturadas; la naturaleza y frecuencia de las estructuras refleja las condiciones de presión y temperatura que imperaban durante su formación, pudiendo de esta manera determinarse el nivel estructural genético; por otro lado su disposición y agrupamiento permite reconstruir la orientación de los ejes principales de los esfuerzos que las produjeron.

En el Ecuador, en algunos lugares de la cordillera de Chongón y en los cerros de Durán, se presentan localmente pliegues asimétricos apretados y hasta volcados que afectan a la formación Cayo, y mas específicamente, al miembro superior Guayaquil, por lo que se consideró justificable un somero estudio de aplicabilidad con miras a intentar explicar la génesis probable de este ple-

gamiento.

7.2 BREVE DESCRIPCION DEL METODO:- El método utilizado consiste en la medición y ploteo sistemáticos de estructuras tales como ejes de pliegues, diaclasas estilolíticas, grietas de tensión y microfallas, que se presentan frecuentemente en las rocas sedimentarias afectadas por un evento compresivo tectónico y localizadas en el nivel estructural superior, donde las condiciones de presión y temperatura someras permiten un comportamiento frágil de las rocas.

La disposición de estas estructuras está directamente influenciada por la posición de los ejes principales de esfuerzo, de manera que estadísticamente podemos definir su posición por medio de diagramas de frecuencia utilizando la red estereográfica de Schmidt. De acuerdo con la posición de estos ejes, las estructuras anteriormente citadas se disponen de la manera ilustrada en el gráfico # 20.

Existen grupos de estructuras que son características de cada nivel estructural, así como también cambios graduales de un grupo a otro de acuerdo con el comportamiento de materiales de naturaleza heterogénea o de diferentes espesores que se interestratifican. Sin embargo algunos de estos tipos de estructuras se pueden

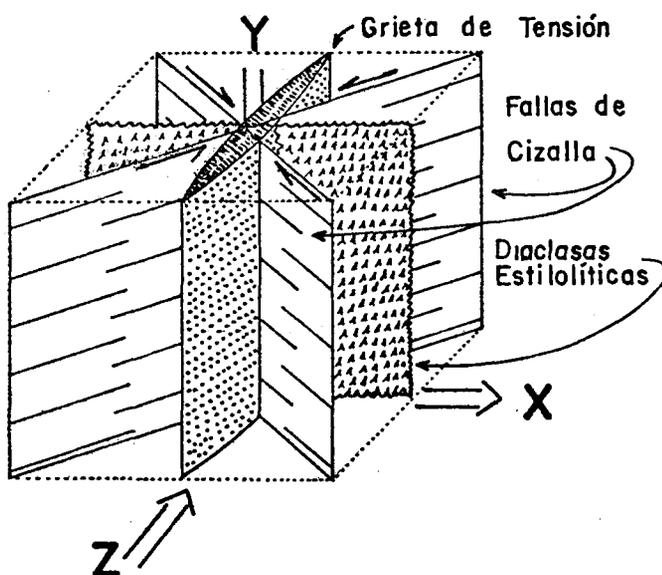
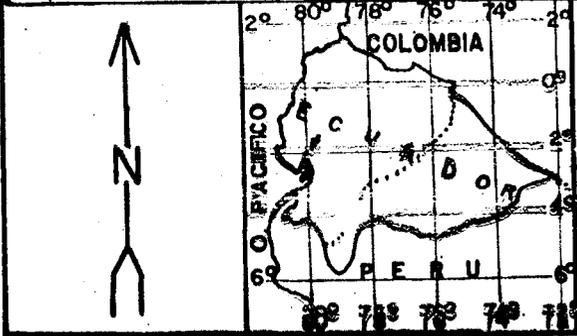
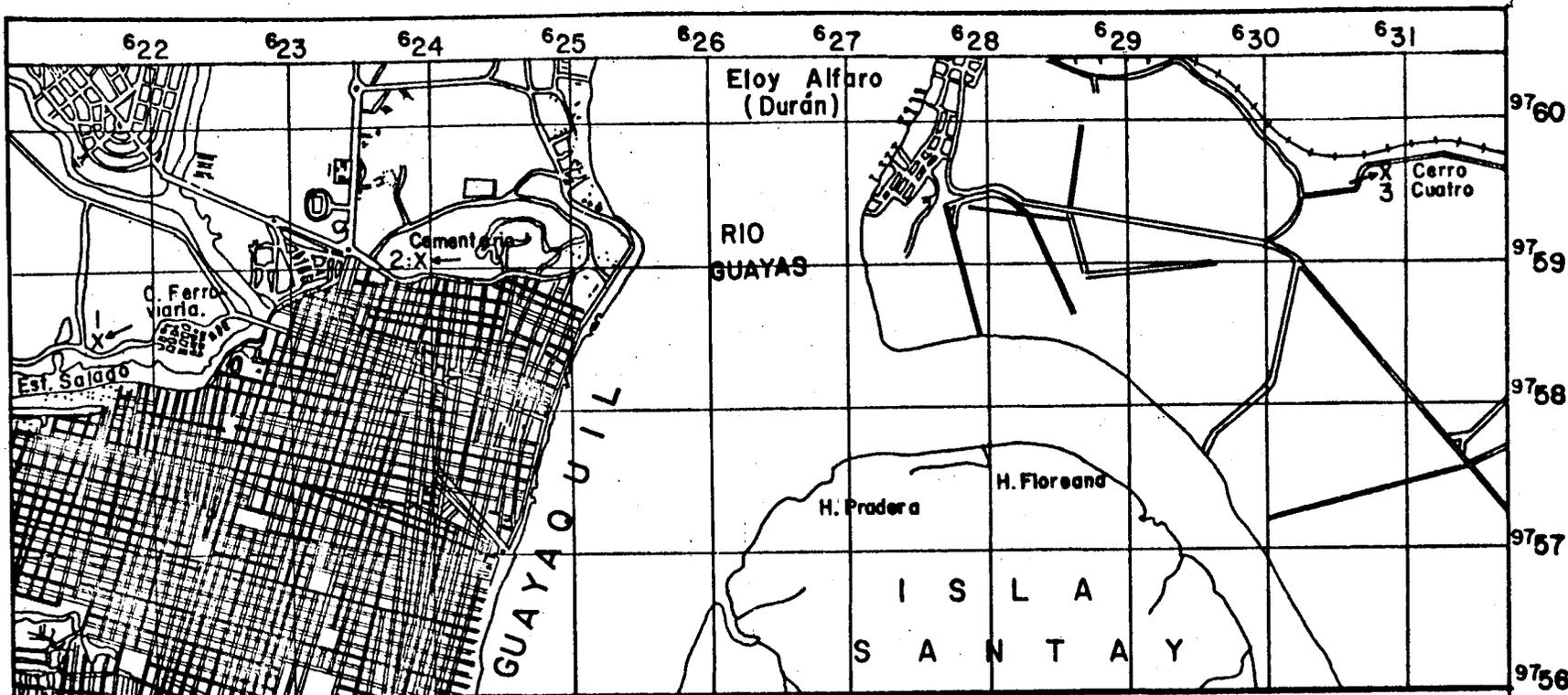


FIG. Nº 21.- Disposición de las estructuras respecto a los ejes principales de esfuerzos

presentar aisladamente, teniendo generalmente una génesis de naturaleza distinta de la tectónica, como es el caso que vamos a abordar inmediatamente.

7.3 OBSERVACIONES:- La zona escogida para el presente análisis se localiza en la cordillera de Chongón y en los cerros de Durán, en los que se observan tres afloramientos donde las rocas presentan un plegamiento susceptible de ser tratado por medidas sistemáticas de ejes de pliegues (gráfico # 21).

Las estructuras se encuentran afectando al miembro Guayaquil de la formación Cayo, aunque en el afloramiento # 3, parecen afectar también a un nivel laminado de



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE I.G.M.P.

SITUACION RELATIVA Y
LOCALIZACION DE AFLORAMIENTOS

X Sitio de Observación

FIGURA Nº 21

arcillitas pertenecientes al miembro infrayacente, Cayo sensu-estricto.

La litología de este miembro se compone de "una alternancia de capas decimétricas de arcillas grises, compactas; de arcillas verdes silicificadas, con radiolarios; y principalmente de potentes estratos de microbrechas y aglomerados de elementos de rocas volcánicas, pasando a conglomerados". (B. Faucher y E. Saboyat, 1973). El miembro superior Guayaquil está constituido por una secuencia de arcillitas faníticas, de color amarillo claro hasta negras, que contienen abundantes concreciones silíceas alargadas o esféricas y agrupadas hacia el centro de los estratos; entre ellas se intercalan esporádicas capas delgadas de areniscas glauconíticas, tobas y lutitas laminadas.

La depositación de estas rocas corresponde al Cretácico superior, y en el área de estudio, sobre ellas descansa discordante la formación San Eduardo, de edad Eoceno medio, presentándose una laguna entre estas dos formaciones que corresponde al Paleoceno-Eoceno inferior.

Las estructuras encontradas en estas rocas se manifiestan únicamente como pliegues que van desde abiertos en los estratos más gruesos, hasta subsoclinales en los más finos; son isópacos o similares, asimétricos, y ocasionalmente se encuentran volcados y truncados en una su

perficie basal de deslizamiento.

La ausencia de estructuras tales como microfallas, grietas de tensión o diaclasas estilolíticas indican que durante la deformación los materiales no se comportaron de manera frágil. Los pliegues indican que el evento que los produjo tuvo un carácter compresional, cuya dirección estuvo localizada entre N30W y N50W (Fig. # 22). Su asimetría muestra una marcada vergencia de los planos axiales hacia el Sur (Foto # 6).

Se puede notar además que en la cantera localizada entre las ciudadelas Ferroviaria y Bellavista (afloramiento # 1) el nivel que se encuentra plegado descansa en contacto de falla sobre un intervalo inclinado pero muy poco plegado de rocas pertenecientes al mismo miembro Guayaquil. Esta superficie de falla no presenta estrías a lo largo de ella, encontrándose únicamente una fina capa arcillosa, a manera de milonita de falla.

7.4 CONCLUSIONES:- Si consideramos que las rocas involucradas se encuentran afectadas únicamente por una diagénesis y silicificación marcadas, sin encontrarse vestigios de ningún tipo de metamorfismo ni siquiera incipiente, podemos concluir que la profundidad que ha alcanzado dentro de la cadena ha sido relativamente somera, correspondiendo por tanto al nivel es-

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
DEPTO. DE ING. DE GEOLOGÍA, MINAS Y PETRÓLEOS

CORTES GEOLÓGICOS

ESQUEMATIZADOS

ÁREA DEL GOLFO DE SANTA FE

GERARDO BERNÓNES H.

Proyecto por: 295. HECTÓMETROS DE ESTRUCTURA Y MINAS

VENECUÉLA.

ESCALAS:

HORIZONTAL: 1:25.000

VERTICAL: 1:10.000

0 100 200 300 400 500 METROS

0 5 10 15 20 KILOMETROS

LEYENDA

MESOZOICO	
CRETACIO INFERIOR	
Kibiv	Miembros Venecuela
Kicomb	Miembros Mierra Blanca
FORMACION BARRANQUIN	
Kicomb	Miembros Venecuela
Kicomb	Miembros Mierra Blanca
Kicomb	Miembros Frío-Caparrón
FORMACION EL CANTIL	
Kicac	Miembros Venecuela
Kicac	Miembros Mierra Blanca
Kicac	Miembros Frío-Caparrón

SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

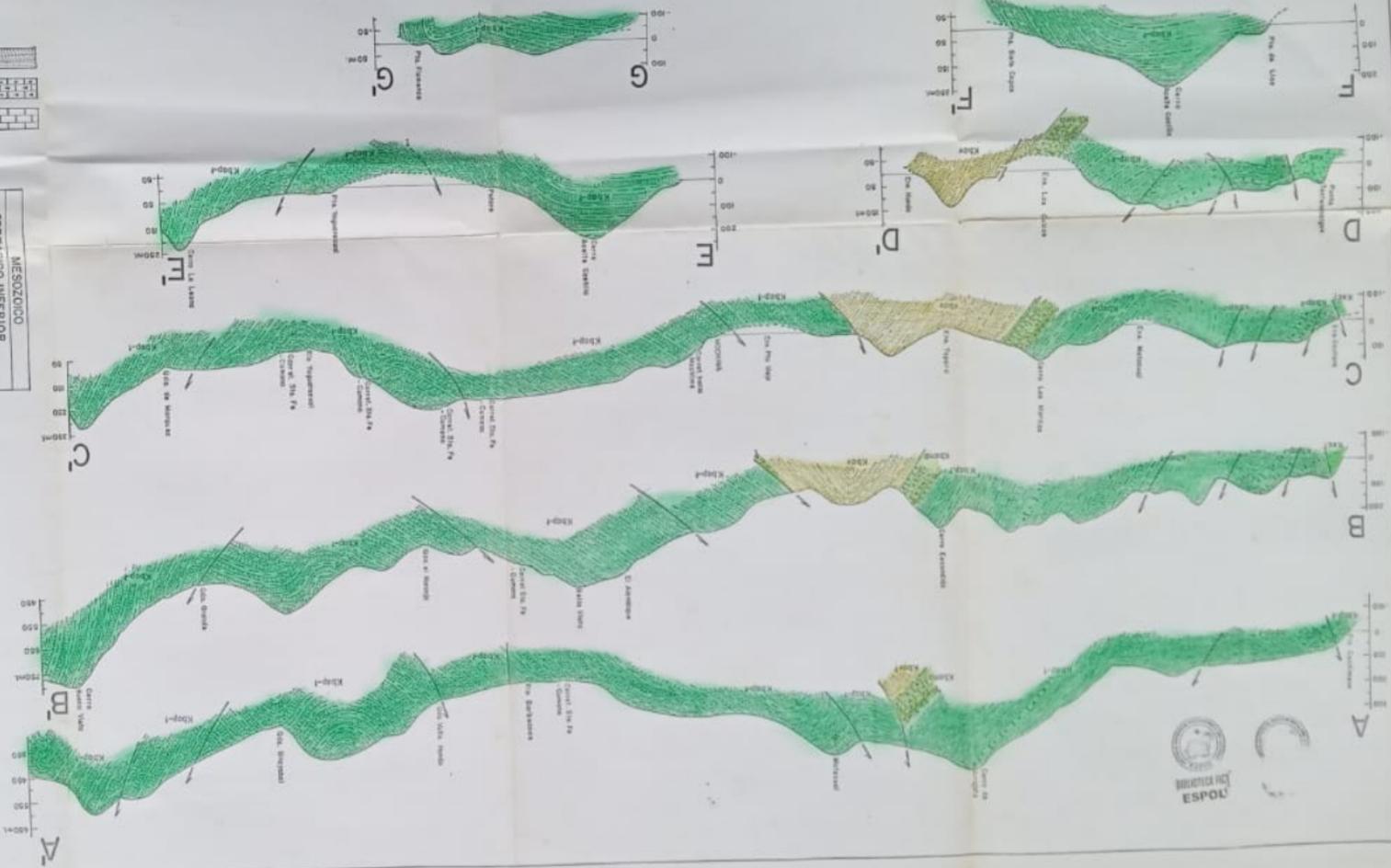
Coliza

Caliza Fossilifera

Areniscas

MAPA Nº 3

1979



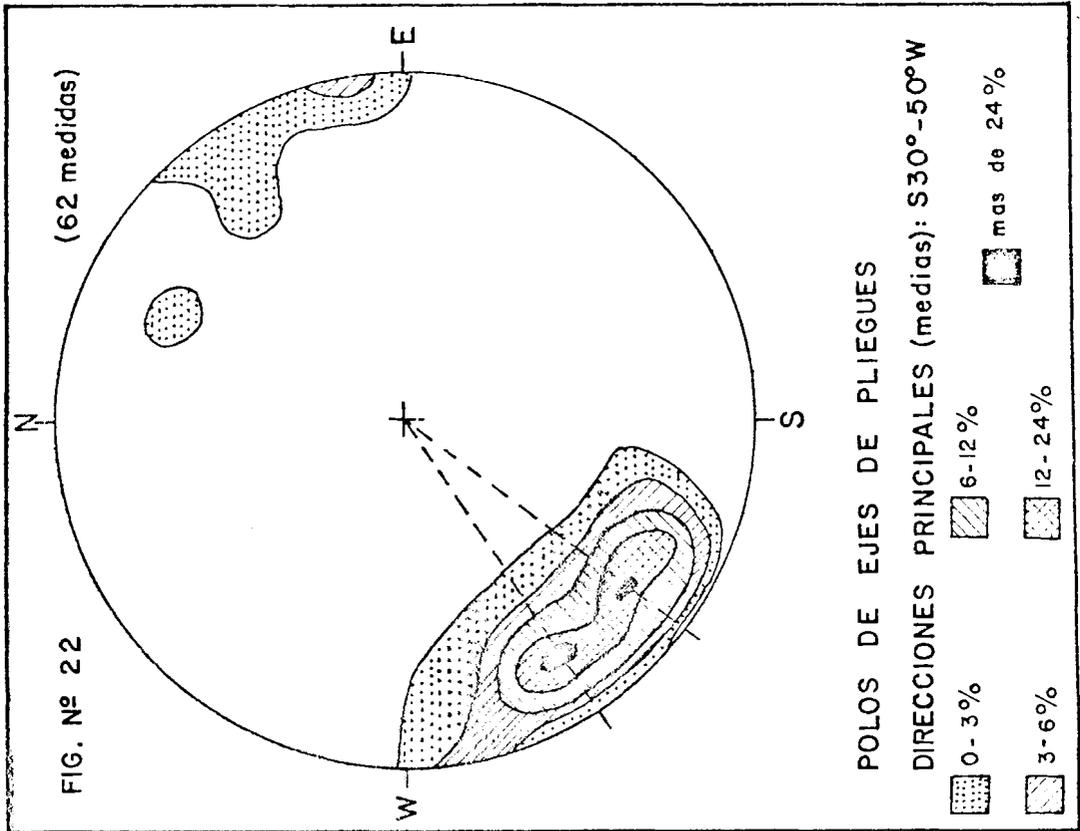


FOTO Nº 6 :- Pliegues volcados asimétricos e isópacos vergentes hacia el sur, miembro Guayaquil, formación Cayo. (Afloramiento Nº 1)

estructural superior o medio como máximo.

La ausencia de estructuras que indiquen un comportamiento frágil de los materiales durante el plegamiento, sugiere que estas rocas en esa época se comportaron de una manera plástica, lo cual ocurre generalmente en el nivel estructural inferior o cuando la diagénesis no ha alcanzado una acción significativa.

Estas consideraciones unidas al hecho de que se pliegan rocas del miembro Guayaquil sobre sí mismas, permite concluir finalmente que la naturaleza del evento causante de estas estructuras no fué de carácter tectónico, sino que se produjo como consecuencia de deslizamientos debidos a la gravedad en una cuenca de depósito donde los sedimentos no habían alcanzado un grado significativo de diagénesis, teniendo por tanto un comportamiento análogo al de un líquido muy viscoso (lodos hidroplásticos?).

ANEXO 1

ANALISIS DE SECCIONES DELGADAS DE MUESTRAS DE ROCAS

ROCAS DETRITICAS

Constituyentes:

Lámina	Cuarzo %	Feldesp. %	Fragm. Litic.	Matriz %	Accesorios <1%
M 5	92	-	-	6	mica
M 6	97	-	1%	1	mica
M 11	97	-	-	2	mica
M 16	90	3	1%	6	mica, turm.
M 23	85	-	-	14	mica
M 32	91	-	-	8	mica, óxidos
G 6	97	-	1%	1	mica
AN29A	90	-	-	9	diópsido
AN38	87	2	-	8	turmalina, mica
AN46A	93	-	-	6	mica
AN59A	97	-	-	2	mica
AN63A	92	-	-	5	mica, turm., dióps.
AN63B	94	-	-	5	mica, turm., dióps.
AN69A	96	-	-	3	mica
R7A	93	-	-	5	mica, turm., dióps.
M 19	95	-	-	4	mica, turm., óxid.
M 20	91	-	-	5	mica, zircón
M 35	89	-	-	10	mica, turm., zircón
# 23	89	-	-	10	mica
AN53	92	-	-	7	mica
AN62A	86	-	-	10	mica, turmalina
AN69B	94	-	-	5	mica

Granulometría:

Tamaño Lámina	Muy Gso. %	Gso. %	Med. %	Fino %	Muy Fino %	Formación Miembro
M 5	4	23	40	20	6	Picuda-Taguarumo
M 6	12	20	17	28	14	Picuda-Taguarumo
M 11	7	14	16	33	27	Picuda-Taguarumo
M 16	5	50	19	9	6	Venados
M 23	-	60	18	5	2	Picuda-Taguarumo
M 32	15	45	20	10	1	Picuda-Taguarumo
G 6	7	16	40	20	14	Venados
AN29A	10	50	10	6	4	Picuda-Taguarumo
AN38	6	60	15	5	3	Picuda-Taguarumo
AN46A	25	50	10	5	3	Picuda-Taguarumo
AN59A	25	55	10	5	3	Picuda-Taguarumo
AN63A	20	50	15	5	3	Picuda-Taguarumo
AN63B	15	30	20	20	10	Picuda-Taguarumo
AN69A	20	45	25	5	2	Picuda-Taguarumo
Promed.	12.2	40.6	19.6	12.6	7	
% acum.	12.2	52.8	72.4	85	92	
M 19	-	2	50	30	10	Picuda-Taguarumo
M 20	-	17	34	30	14	Picuda-Taguarumo
M 35	-	-	10	75	5	Picuda-Taguarumo
# 23	-	-	35	34	20	Picuda-Taguarumo
R7A	-	8	14	50	17	Picuda-Taguarumo
AN53	-	-	60	24	5	Picuda-Taguarumo
AN62A	-	5	37	40	5	Picuda-Taguarumo
AN69B	-	5	50	30	5	Picuda-Taguarumo
Promed.	-	5.28	40	34	10.9	
% acum.	-	5.28	45.28	79.28	90.18	

Parámetros:

Lámina	Ø 95	Ø 84	Ø 75	Ø 50	Ø 25	Ø 16	Ø 5	Md Ø
R7A	4.1	3.1	2.6	2.15	1.6	1.1	0.3	2.15
M19	3.8	2.6	2.1	1.45	1.1	0.95	0.65	1.45
M20	3.5	2.65	2.25	1.5	0.75	0.5	0.2	1.5
M35	4.0	2.5	2.3	2.0	1.7	1.6	1.4	2.0
#23	5.5	3.2	2.8	1.85	1.35	1.2	1.0	1.85
AN53	5.3	2.4	1.95	1.4	1.1	1.0	0.85	1.4
AN62A	6.3	4.9	3.2	2.1	1.3	1.0	0.5	2.1
AN69B	5.3	2.4	2.0	1.4	1.0	0.8	0.5	1.4
G6	3.3	2.55	2.0	1.2	0.60	0.05	-0.6	1.2
M5	4.5	2.25	1.80	1.05	0.4	0.2	-0.4	1.05
M6	3.4	2.6	2.2	1.3	0.05	-0.45	-0.75	1.3
M11	3.4	2.9	2.6	1.95	0.9	0.2	-0.6	1.95
M16	4.5	2.1	1.3	0.3	-0.15	-0.3	-0.5	0.3
M23	5.5	2.1	0.25	-0.7	-1.05	-1.15	-1.3	-0.7
M32	5.05	1.8	1.15	0.2	-0.35	-0.55	-0.9	0.2
AN29A	5.2	2.1	0.9	0.0	-0.4	-0.55	-0.75	0.0
AN38	5.5	2.1	1.0	0.15	-0.25	-0.41	-0.6	0.15
AN46A	4.5	1.3	0.5	-0.1	-0.5	-0.6	-0.8	-0.1
AN59A	2.5	0.8	0.3	-0.2	-0.5	-0.6	-0.8	-0.2
AN63A	4.2	1.40	0.7	0.05	-0.4	-0.6	-0.75	0.05
AN63B	3.5	2.45	2.0	0.7	-0.2	-0.5	-0.75	0.7
AN69A	2.5	1.15	0.8	0.1	-0.4	-0.6	-0.75	0.1
Lámina	P10	P90	Q1	Q3	Md	σ_1	S _{ki}	K _G
M7A	0.62	0.82	0.33	0.7	0.23	1.08	-0.012	1.56
M19	0.62	0.11	0.51	0.22	0.36	0.89	-0.1	1.29
M20	0.76	0.12	0.61	0.21	0.45	1.04	0.14	0.90
M35	0.35	0.1	0.3	0.2	0.24	0.62	0.32	1.78
#23	0.5	0.084	0.41	0.15	0.27	1.18	0.49	1.27
AN53	0.6	0.08	0.54	0.25	0.41	1.02	0.59	2.15

Lámina	P ₁₀	P ₉₀	Q ₁	Q ₃	M _d	σ ₁	S _{kl}	K _G
AN62A	0.6	0.3	0.41	0.13	0.27	1.85	0.44	1.25
AN69B	0.64	0.094	0.52	0.24	0.37	1.13	0.48	1.97
G6	1.2	0.13	0.66	0.25	0.42	1.22	0.08	1.14
M5	1.15	0.14	0.76	0.29	0.46	1.26	0.20	1.43
M6	1.6	0.13	0.94	0.22	0.4	1.39	0.08	0.79
M11	1.2	0.105	0.59	0.16	0.24	1.28	0.01	0.96
M16	1.4	0.13	1.14	0.38	0.8	1.36	0.59	1.41
M23	1.1	0.035	1.0	0.4	0.81	1.84	0.77	2.14
M32	1.6	0.18	1.3	0.43	0.9	1.49	0.49	1.63
AN29A	1.5	0.086	1.25	0.52	1.0	1.56	0.66	1.88
AN38	1.4	0.086	1.2	0.52	0.9	1.55	0.66	2.00
AN46A	1.8	0.18	1.5	0.68	1.1	1.28	0.60	2.17
AN59A	1.8	0.35	1.5	0.78	1.15	0.85	0.53	1.69
AN63A	1.8	0.18	1.35	0.61	0.96	1.25	0.51	1.84
AN63B	1.6	0.14	1.2	0.24	0.61	1.38	0.25	0.79
AN69A	1.8	0.45	1.35	0.55	0.92	0.93	0.34	1.11

Nominación:

Lámin.	Tamaño de Grano	Clasific.	Kurtosis	Asimetría
R7A	fino	mala	muy leptocúrtico	casi ninguna
M19	medio	moderada	leptocúrtico	casi ninguna
M20	medio	mala	platicúrtico	hacia los fin.
M35	medio	buena	muy leptocúrtico	hacia los fin.
#23	medio	mala	leptocúrtico	hacia los fin.
AN53	medio	moderada	muy leptocúrtico	hacia los fin.
AN62A	fino	mala	leptocúrtico	hacia los fin.
AN69B	medio	mala	muy leptocúrtico	hacia los fin.
Promd.	fino	mala	leptocúrtico	hacia los fin.
G6	medio	mala	leptocúrtico	casi ninguna

M5	medio	mala	leptocúrtico	hacia los finos
M6	medio	mala	platicúrtico	casi ninguna
M11	medio	mala	mesocúrtico	casi ninguna
M16	grueso	mala	leptocúrtico	hacia los finos
M23	muy grues.	mala	muy leptocúrtico	hacia los finos
M32	grueso	mala	muy leptocúrtico	hacia los finos
AN29A	muy grues.	mala	muy leptocúrtico	hacia los finos
AN38	grueso	mala	muy leptocúrtico	hacia los finos
AN46A	muy grues.	mala	muy leptocúrtico	hacia los finos
AN59A	muy grues.	moderada	muy leptocúrtico	hacia los finos
AN63A	grueso	mala	muy leptocúrtico	hacia los finos
AN63B	grueso	mala	platicúrtico	hacia los finos
AN69A	grueso	moderada	mesocúrtico	hacia los finos
Prom.	grueso	mala	Mesocurtica	hacia los finos

Parámetros utilizados:

σ₁: Desviación Standard gráfica inclusiva, Folk y Ward, 1957.

S_{k1}: Asimetría gráfica inclusiva, Folk y Ward, 1957.

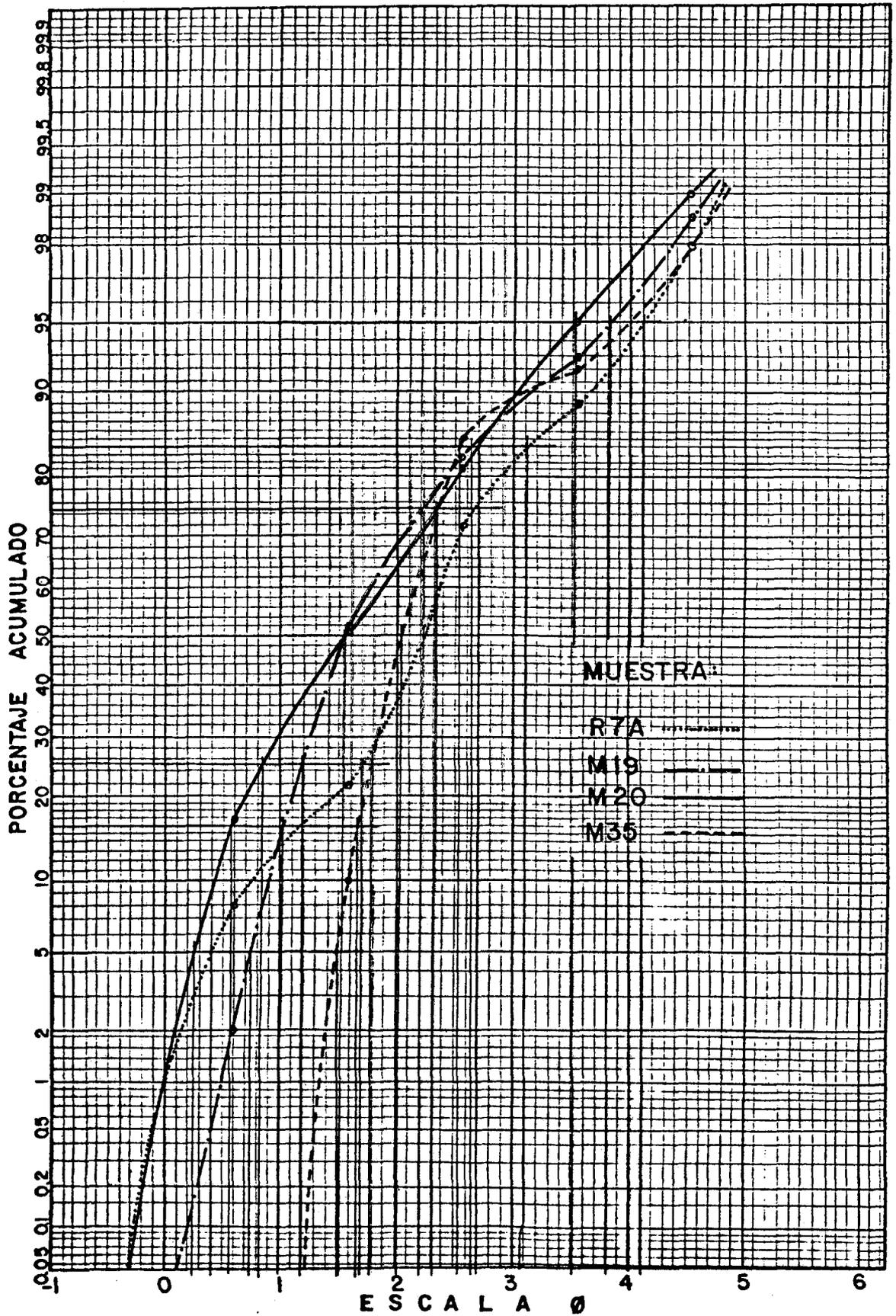
K_G: Kurtosis gráfica, Folk, ?.

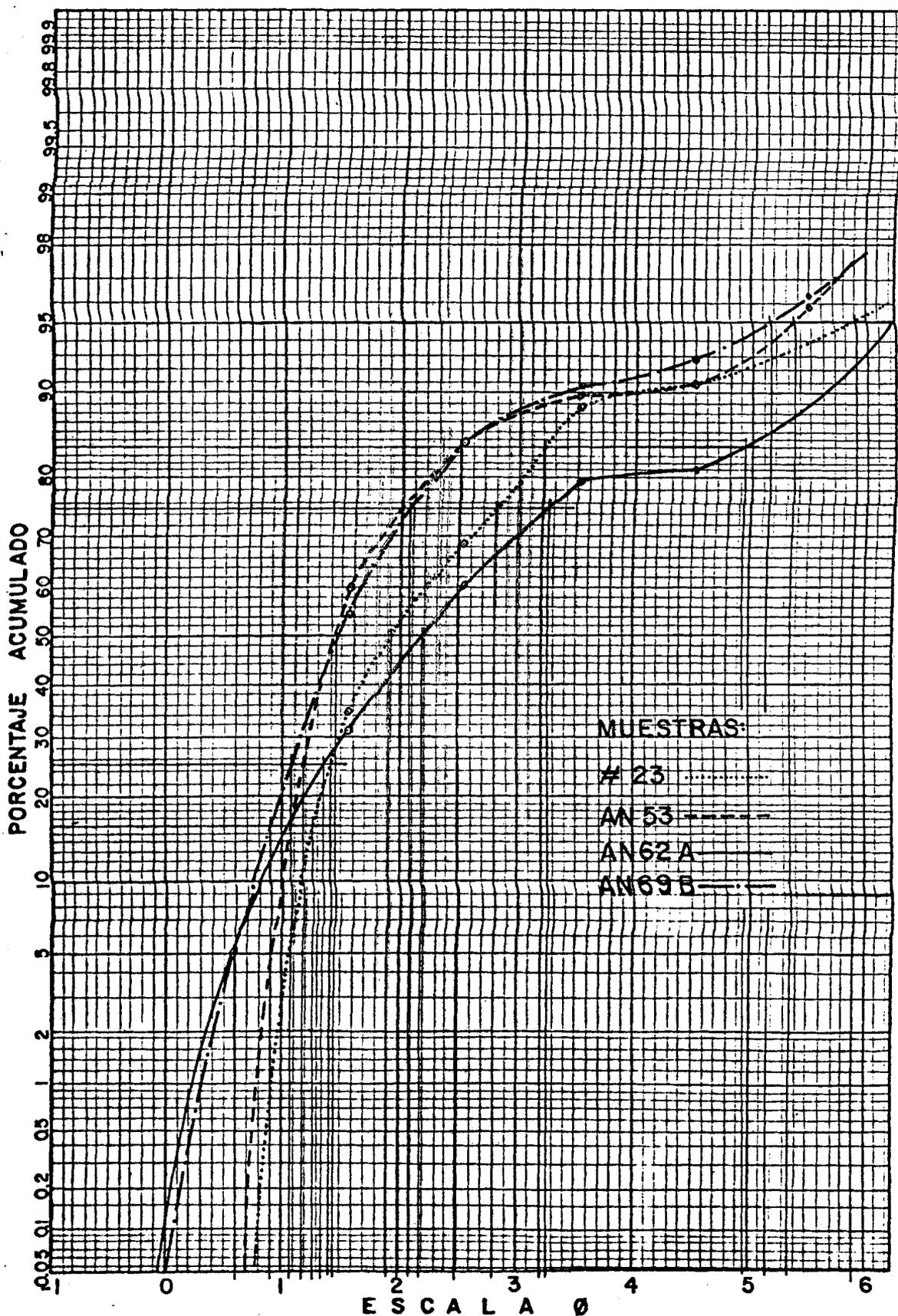
ROCAS CARBONATADAS

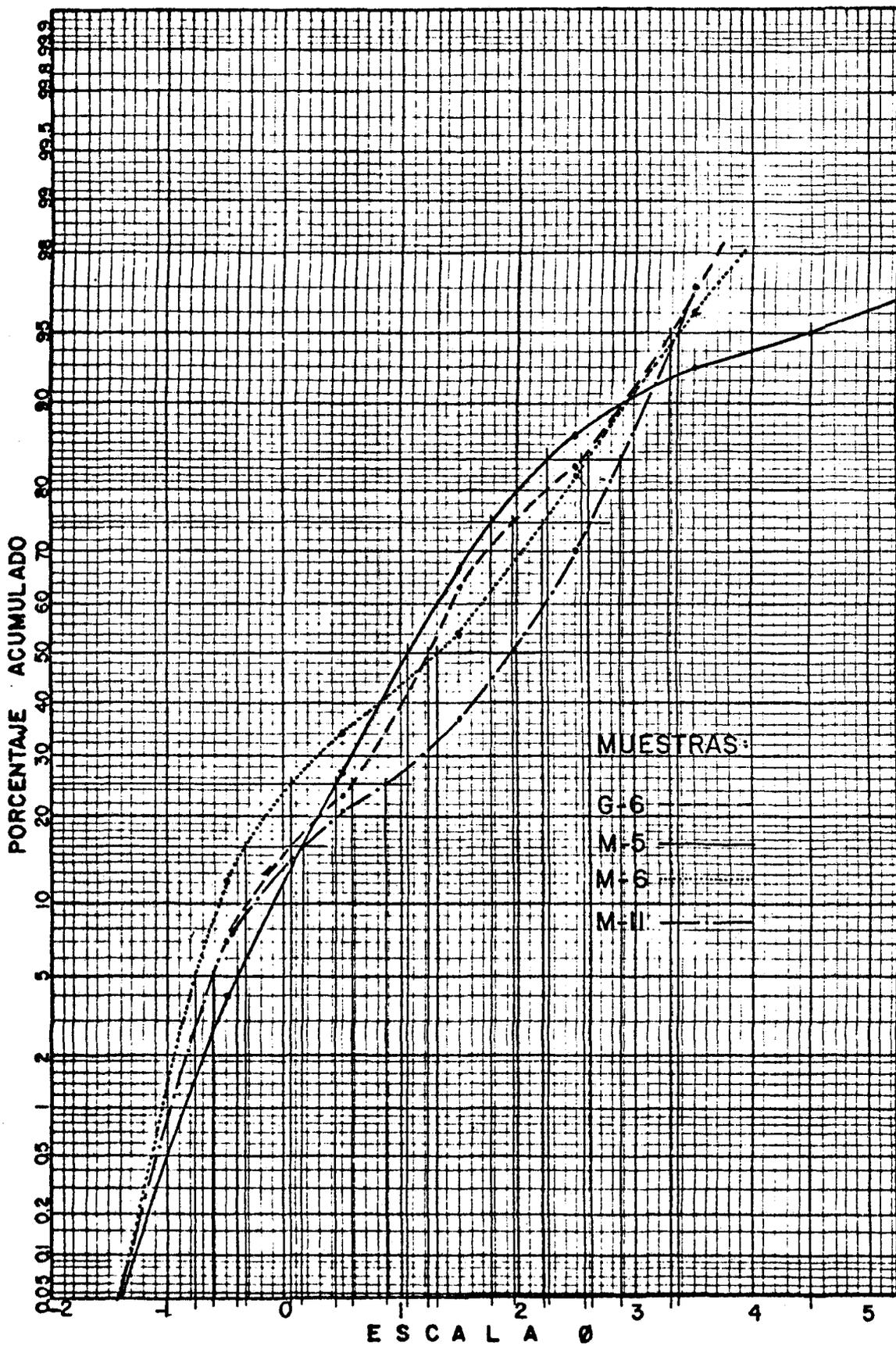
Lámina	Intrac.	Oolitas	Arena	Arcilla	Micrita	Espato	Fósil.
M3A	-	-	62 %	14 %	23 %	-	-
M27A	-	-	70 %	10 %	16 %	3 %	-
G10	5 %	3 %	-	5 %	65 %	11 %	10 %
AN50	40 %	-	3 %	5 %	40 %	-	10 %
M36	5 %	-	5 %	5 %	50 %	15 %	20 %
AN88	5 %	15 %	2 %	3 %	50 %	5 %	20 %
M25	7 %	-	8 %	3 %	45 %	21 %	15 %
M15	10 %	-	25 %	10 %	50 %	-	5 %
M18	5 %	2 %	1 %	2 %	80 %	5 %	5 %
M43	10 %	5 %	2 %	3 %	50 %	10 %	20 %

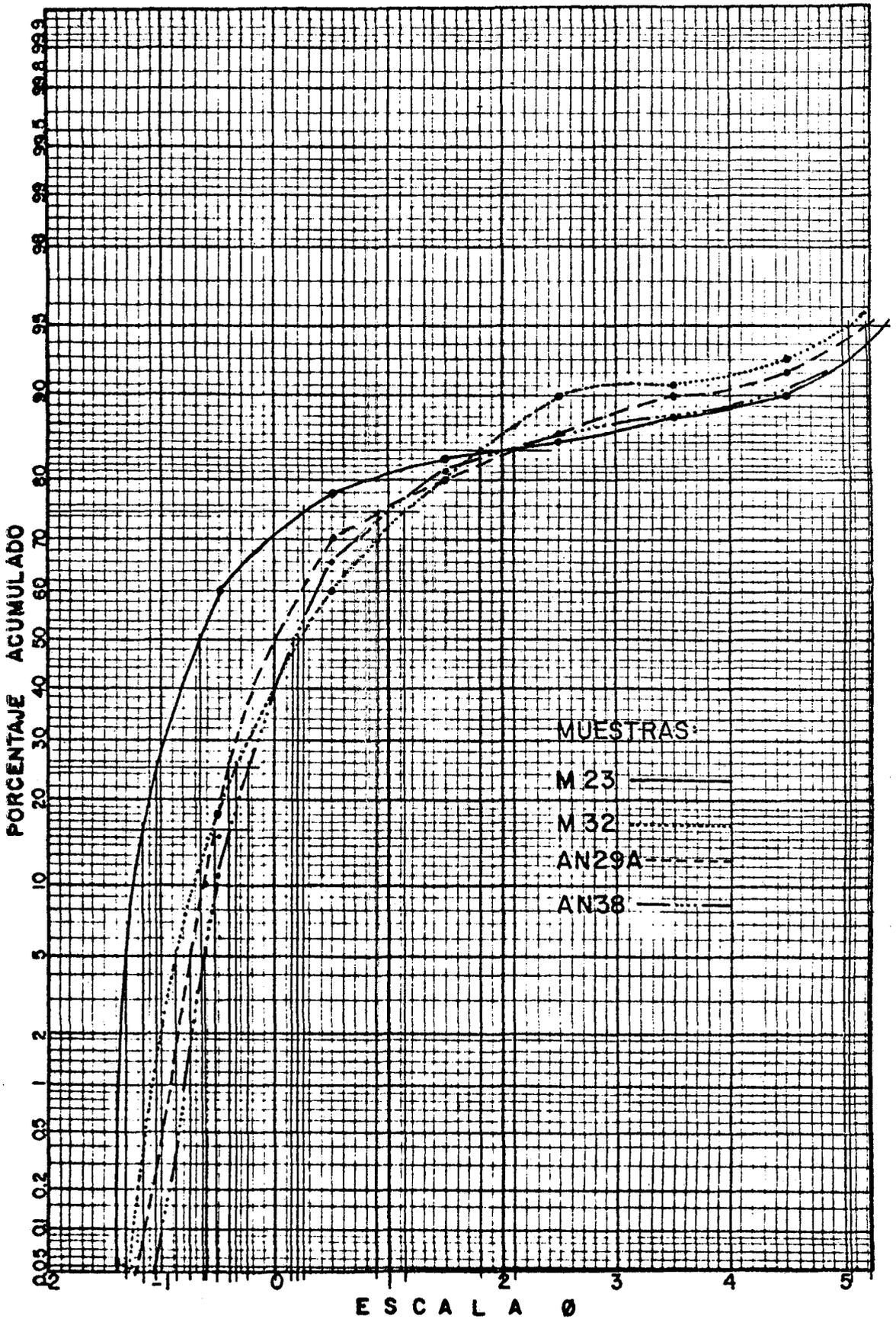
M21	5 %	-	25 %	20 %	45 %	-	5 %
M29	-	-	2 %	5 %	45 %	2 %	45 %
M33	10 %	-	2 %	3 %	24 %	-	50 %
M38	55 %	-	3 %	5 %	26 %	-	10 %
M22A	-	-	40 %	5 %	10 %	-	45 %
SF35	6 %	-	-	3 %	65 %	15 %	10 %
SF74A	-	-	1 %	4 %	20 %	10 %	65 %
SF71C	-	-	1 %	3 %	40 %	15 %	40 %
AN77A	-	-	2 %	2 %	25 %	-	70 %
AN40	-	-	3 %	5 %	27 %	-	65 %
AN86	-	-	1 %	3 %	25 %	-	70 %
SF24	-	-	1 %	3 %	25 %	-	70 %

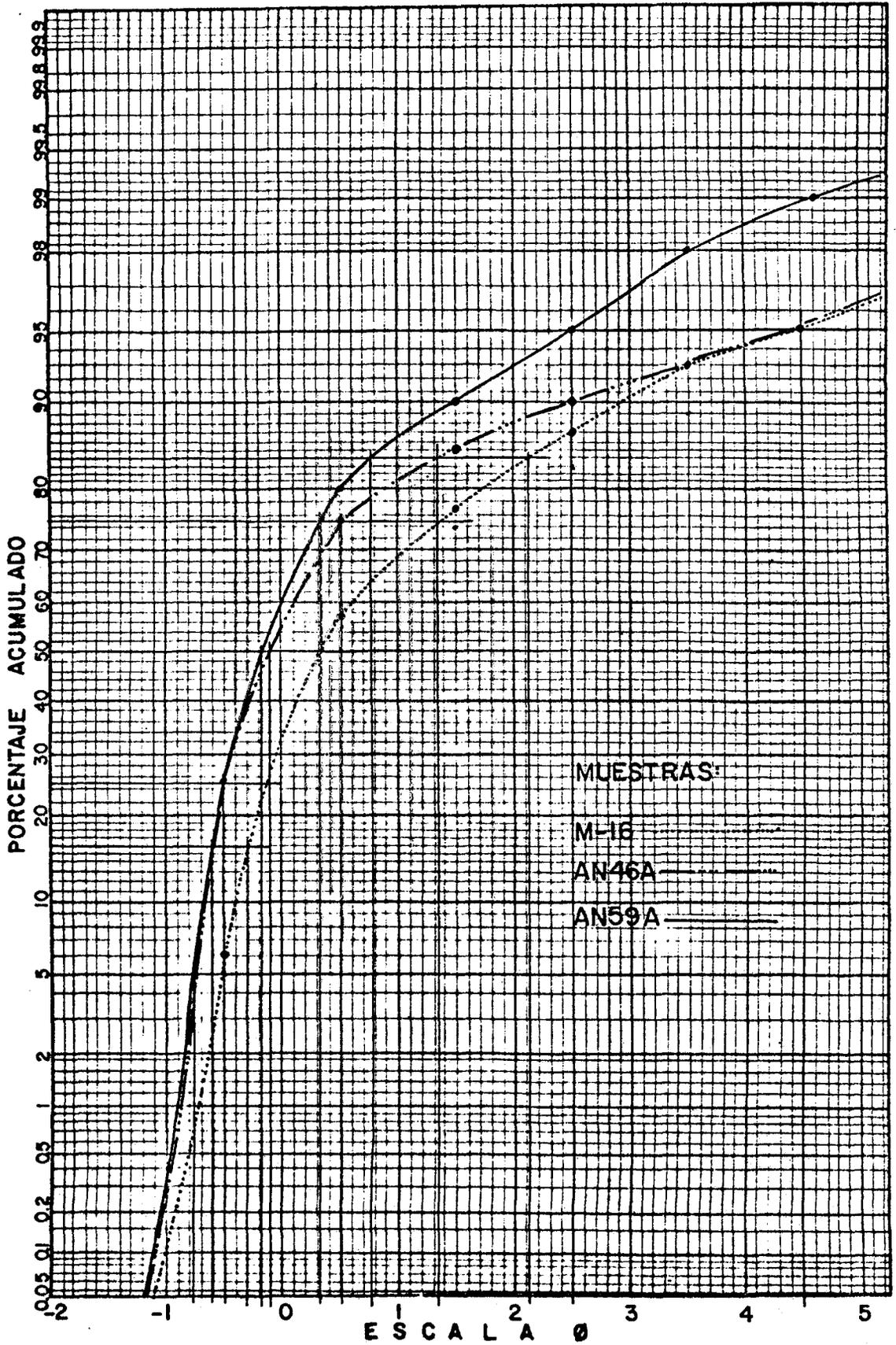
Núm.	Nombre Textural Completo:	Formac., Miembro
M8A	Arenisca de grano fino, calcárea	Morro Blanco
M27A	Arenisca calcárea de grano fino	Morro Blanco
M10	Micrita con fósiles e intraclastos	Morro Blanco
AN50	Intramicrita	Picuda-Taguarumo
M36	Biomicrita con intraclastos	El Cantil
AN88	Biomicrita con intraclastos	Picuda-Taguarumo
M25	Intrabiomicrita arenosa	El Cantil
M15	Intramicrita arenosa	Morro Blanco
M18	Intrabiomicrita	Morro Blanco
M43	Biopelmicrita espatosa	Olistolito
M21	Intrabiomicrita areno-arcillosa	Picuda-Taguarumo
M29	Biomicrita	Morro Blanco
M33	Biomicrita	Morro Blanco
M38	Intramicrita	El Cantil
M22A	Biomicrita arenosa	Morro Blanco
SF35	Intrabiomicrita	Morro Blanco
SF74A	Biomicrita	Morro Blanco
SF71C	Biomicrita	Rodado
AN77A	Biomicrita	Rodado
AN40	Biomicrita	Rodado

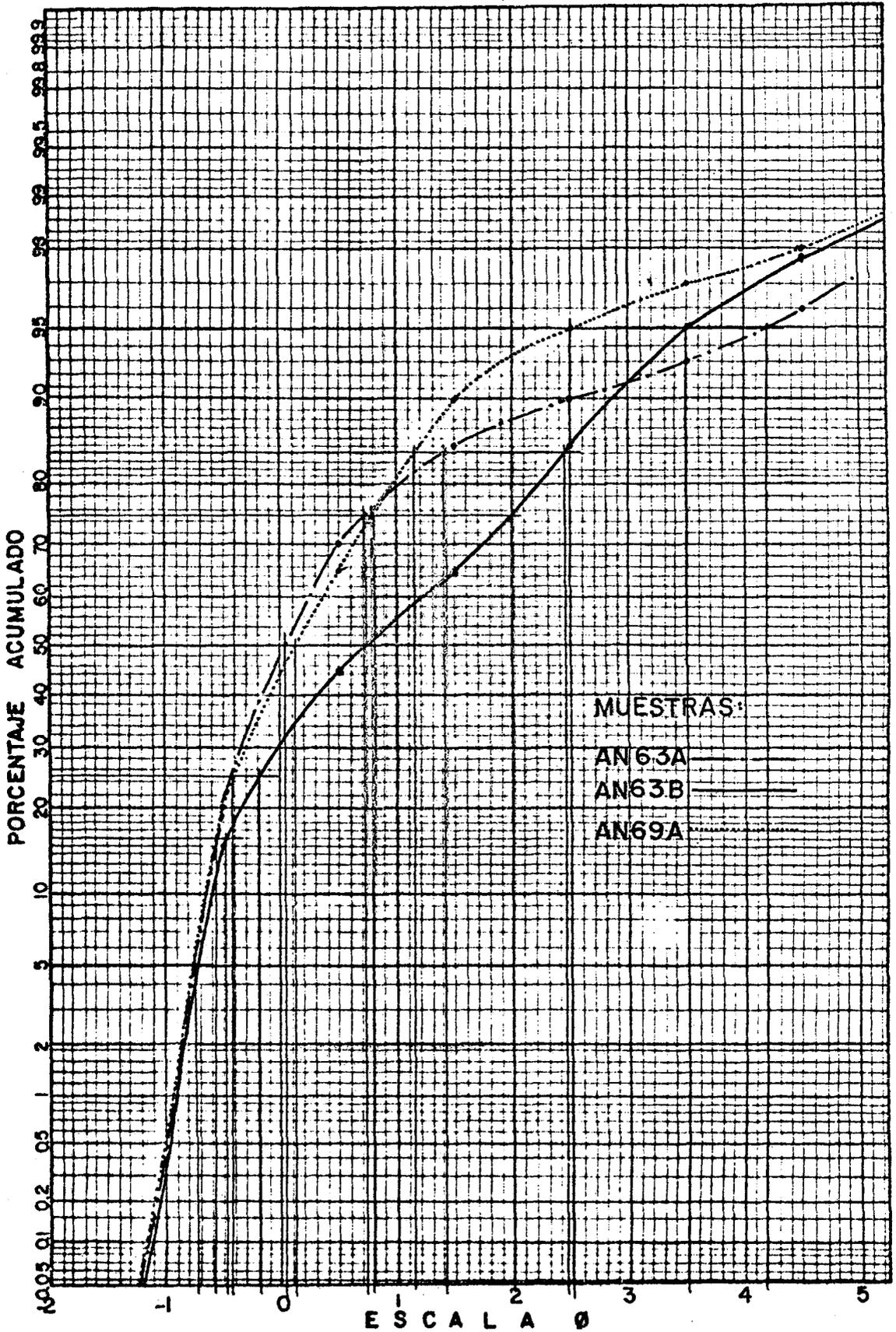




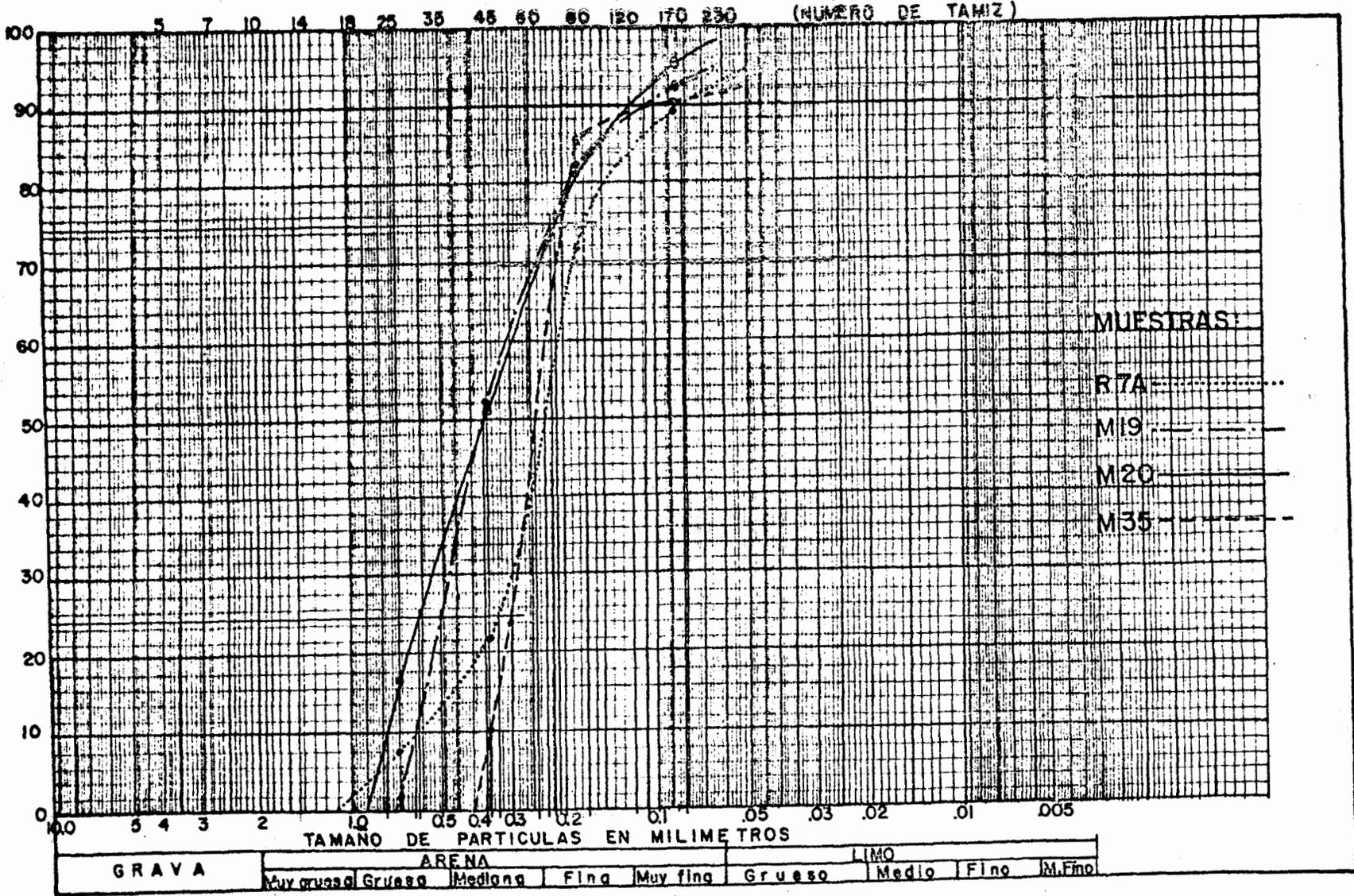




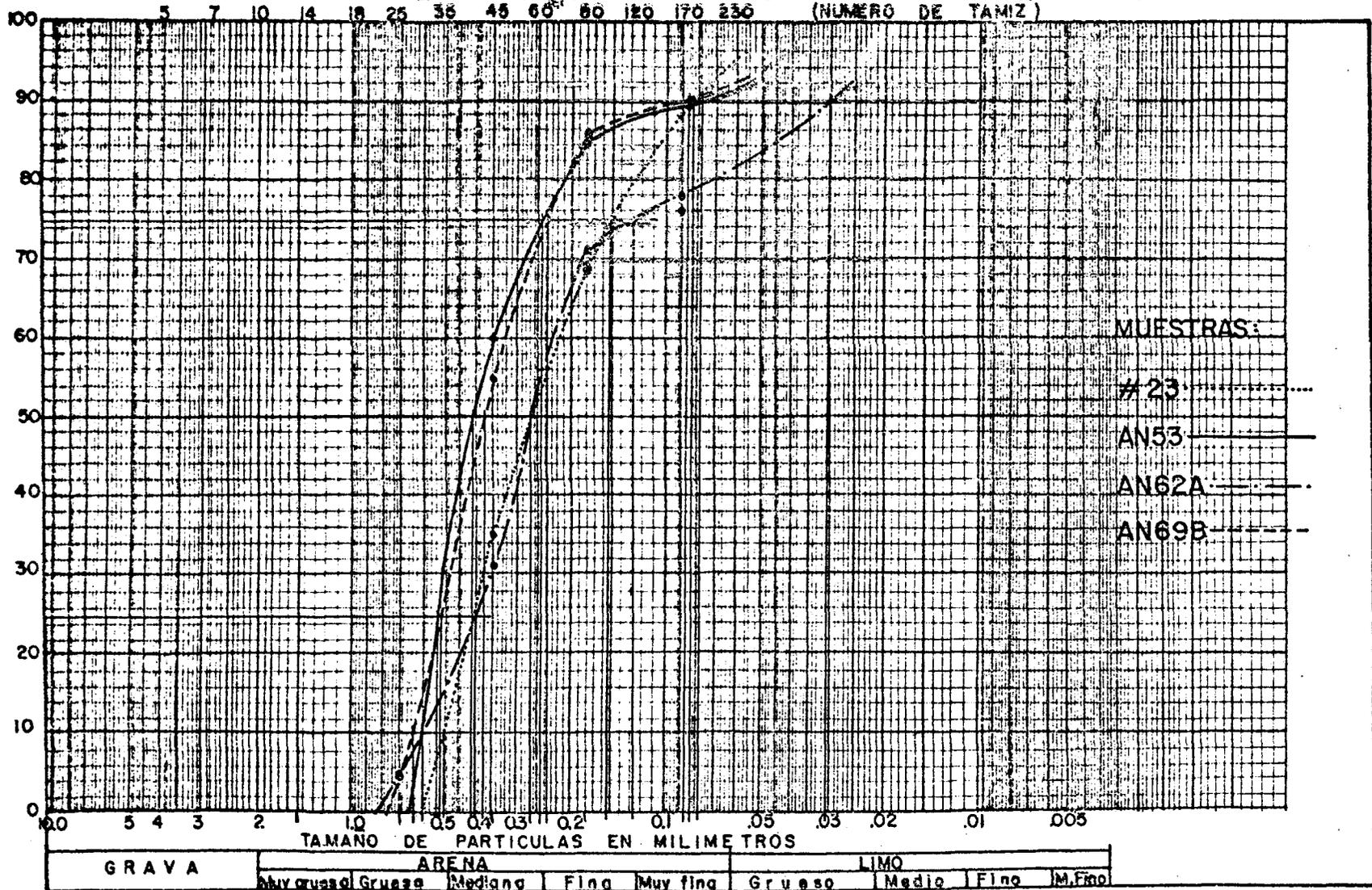




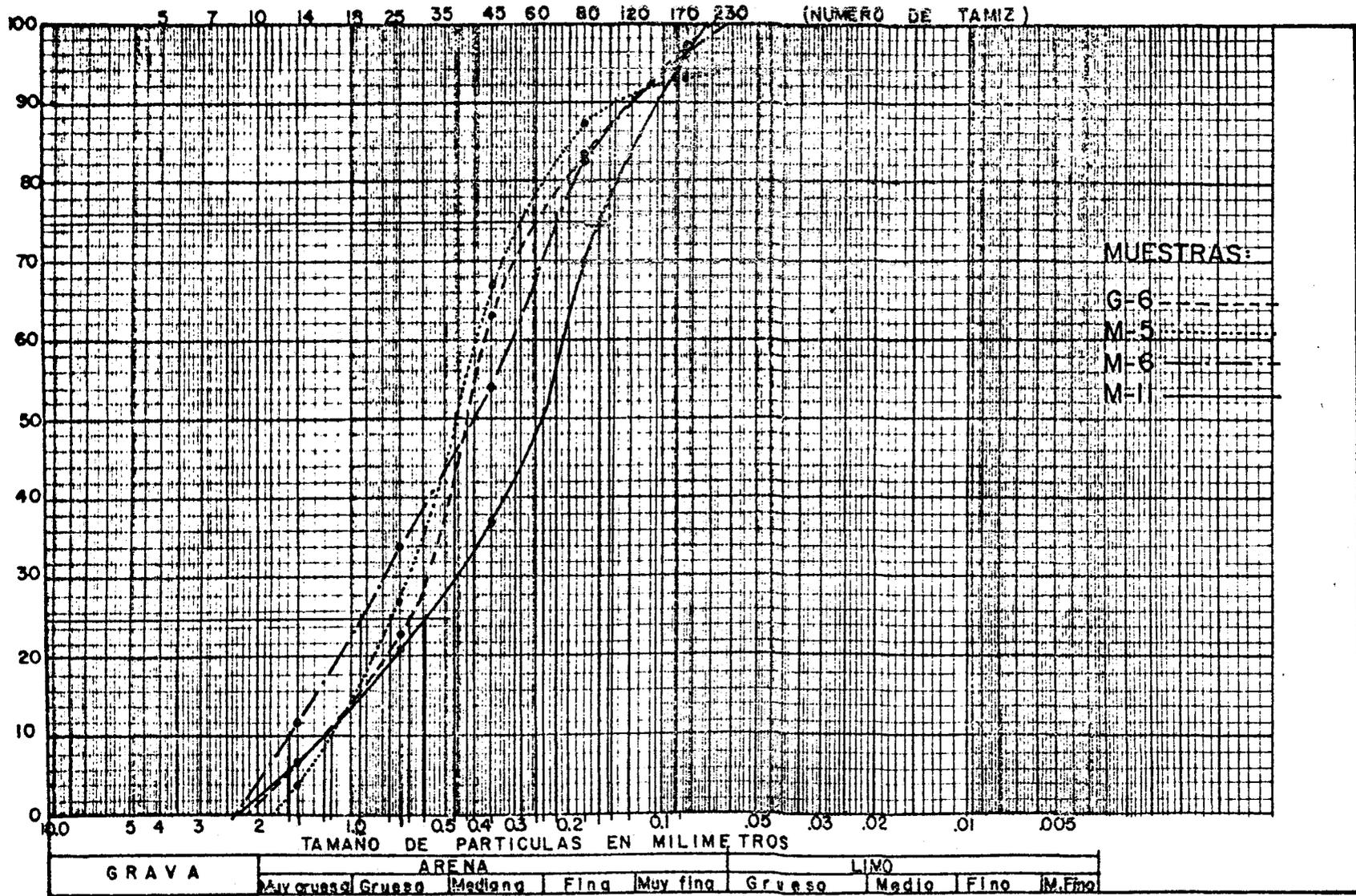
DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS



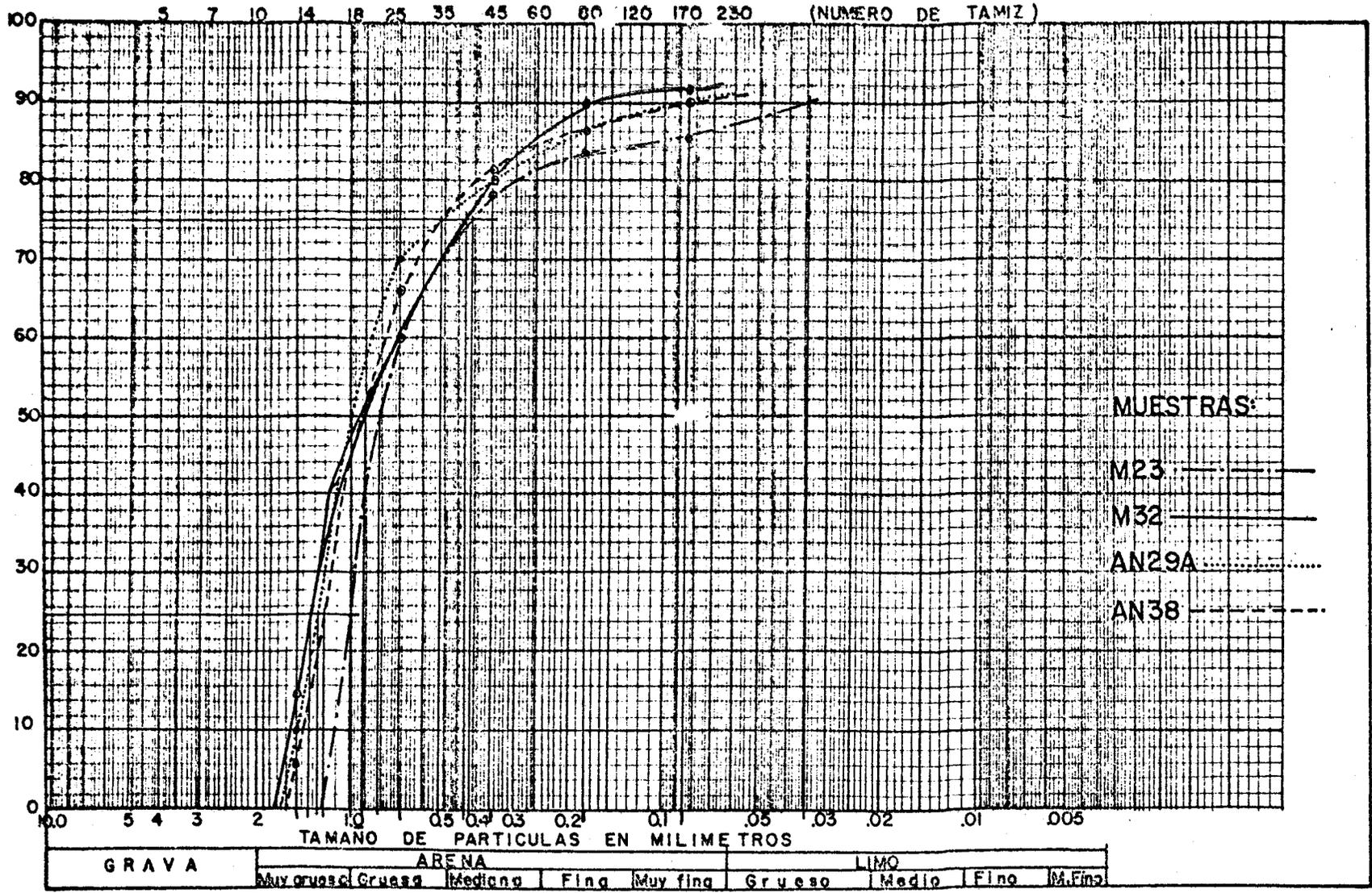
DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS



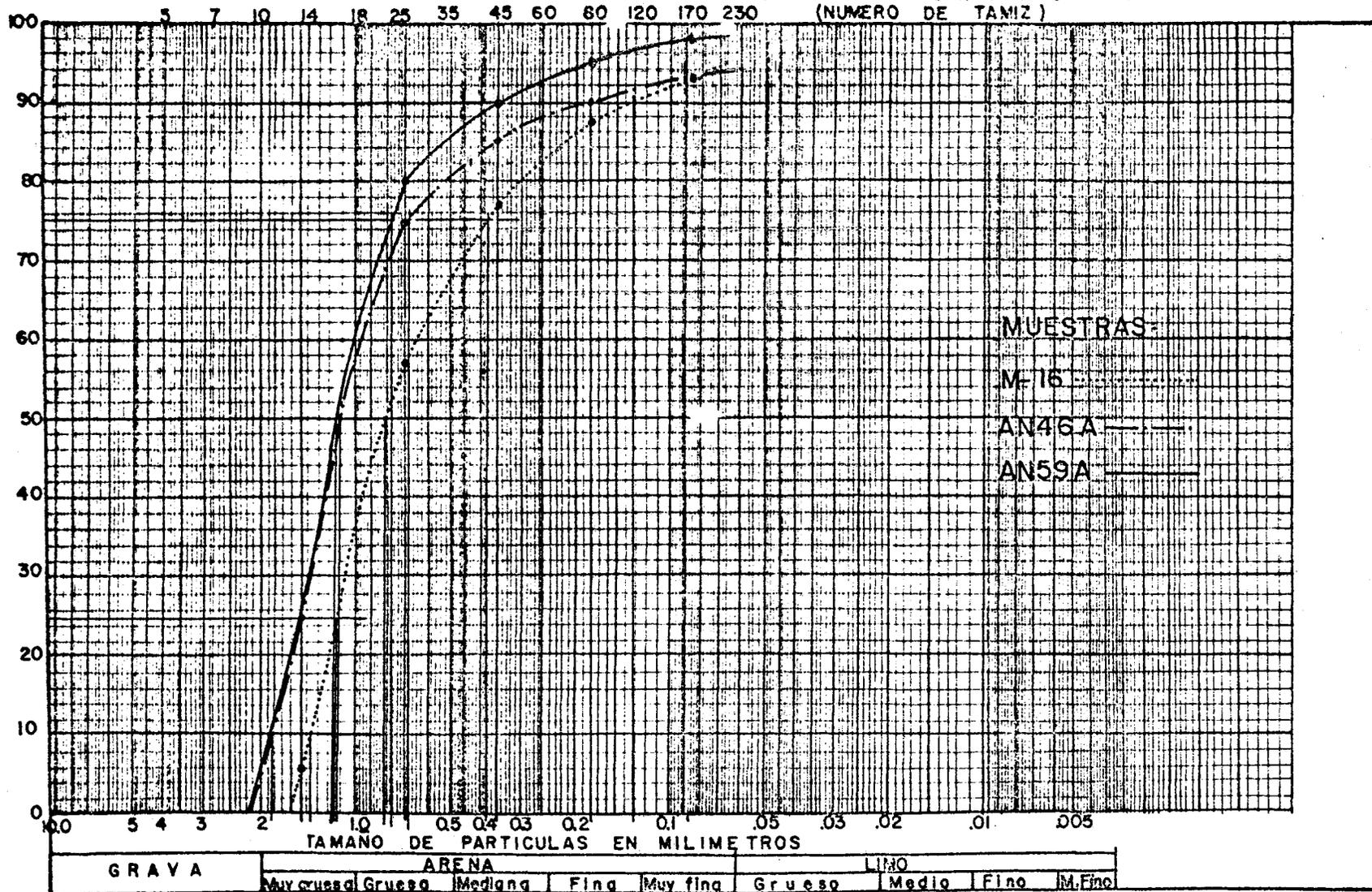
DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS



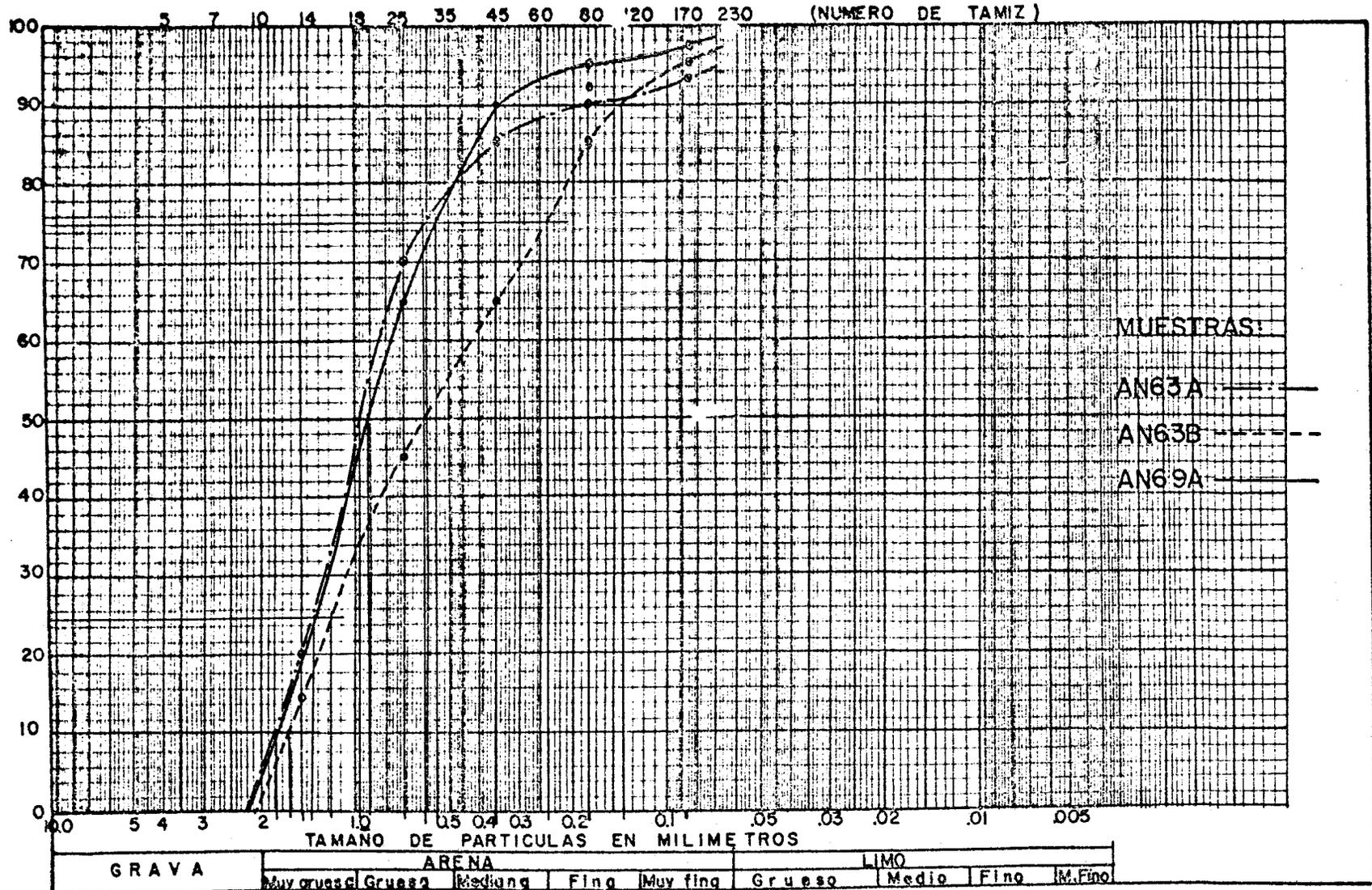
DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS

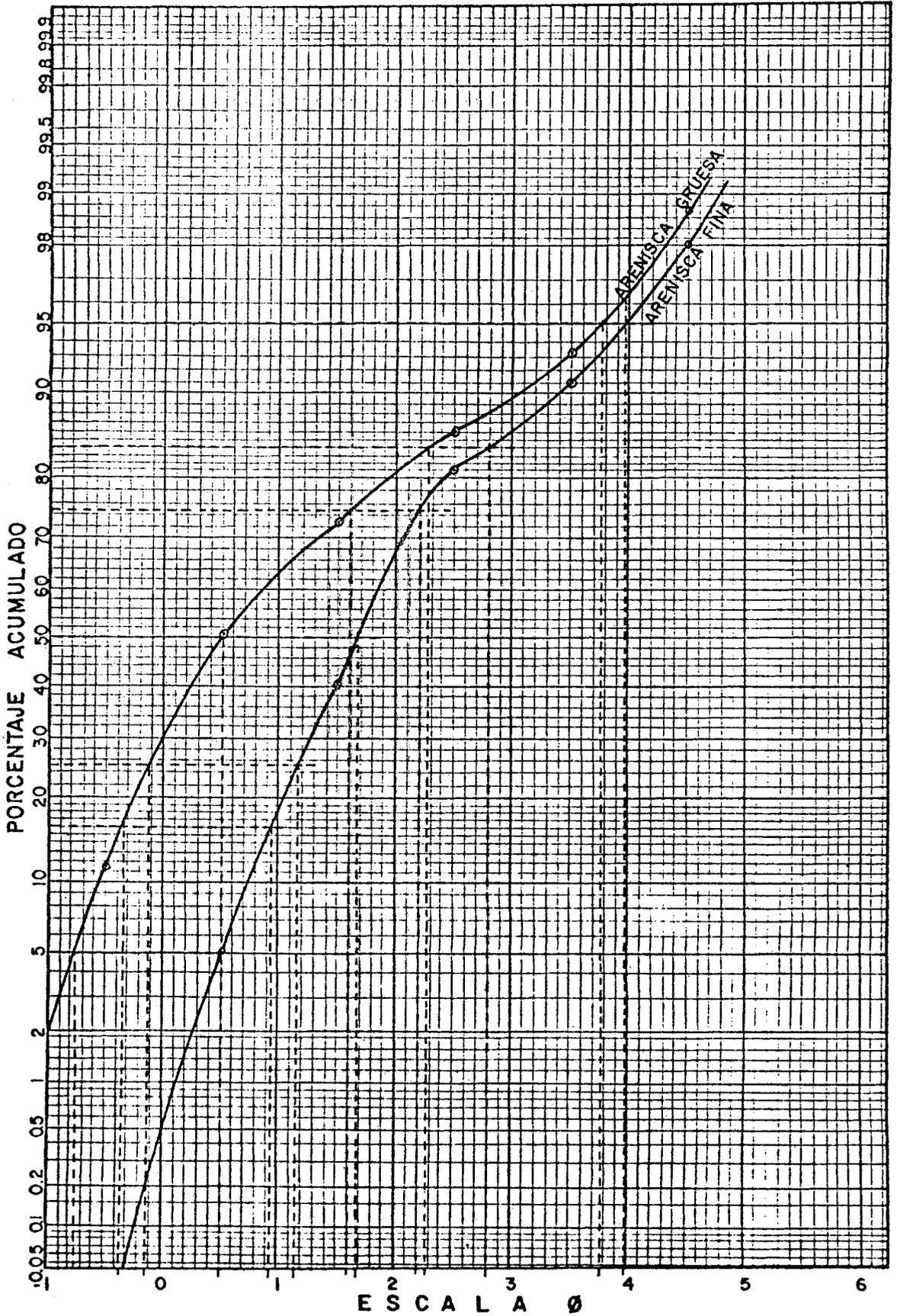


DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS

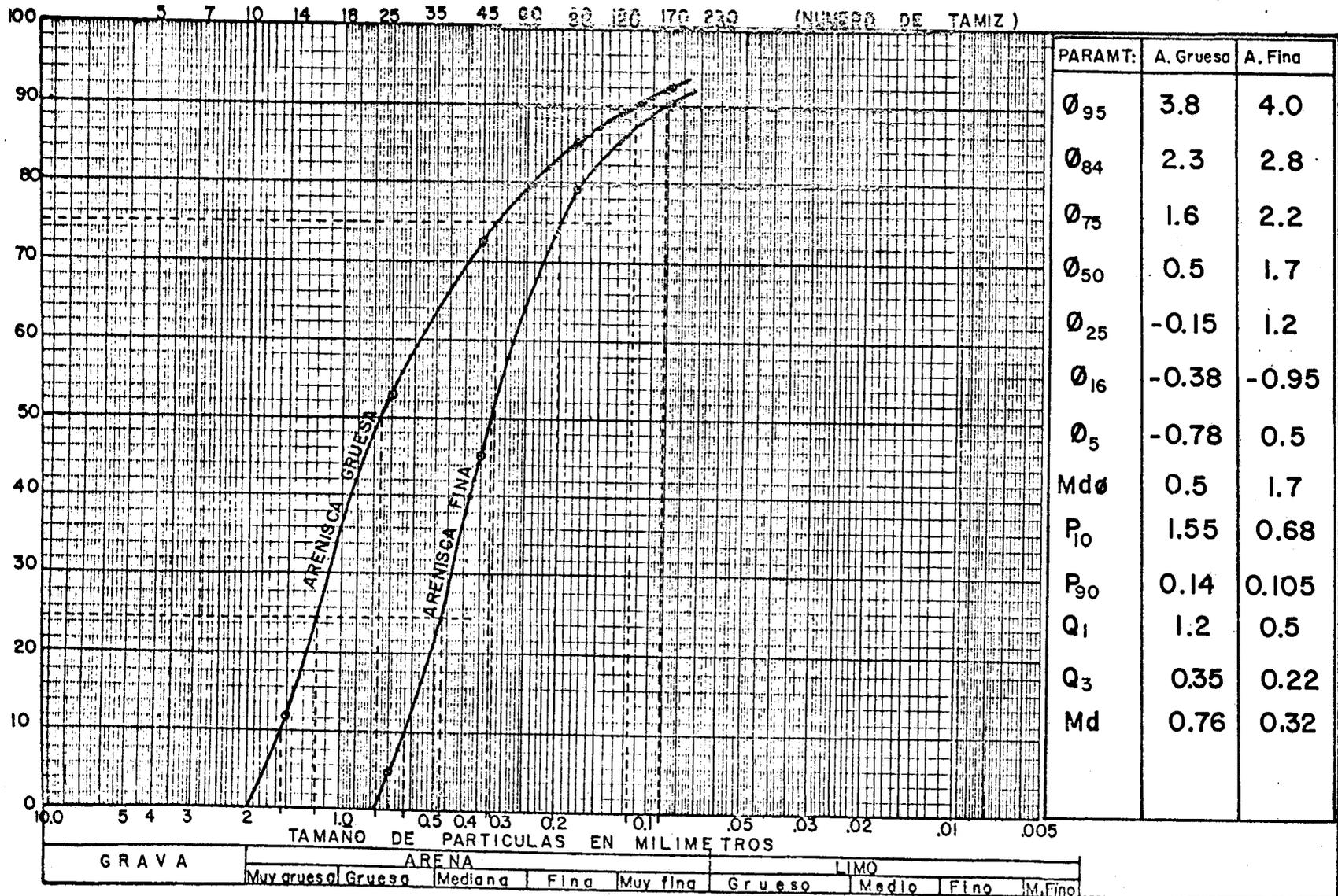


DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS

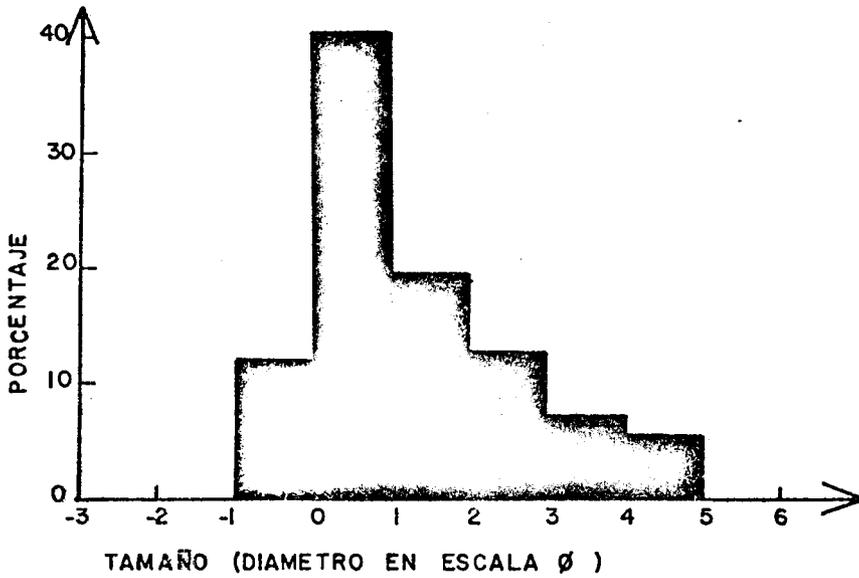




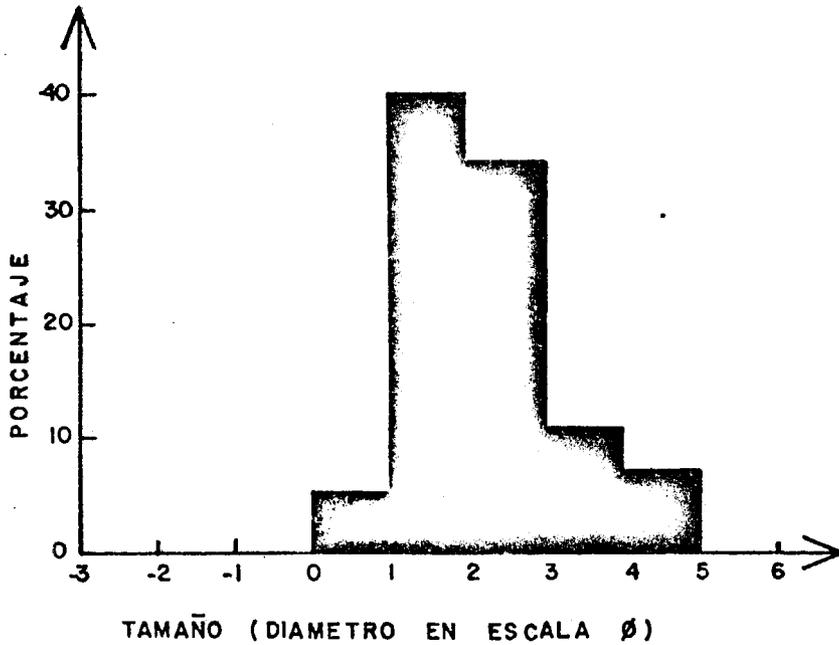
DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE GRANOS Y PORCENTAJES ACUMULADOS



HISTOGRAMA DE LAS ARENISCAS GRUESAS:



HISTOGRAMA DE LAS ARENISCAS FINAS



ANEXO 2

DATOS ESTRUCTURALES UTILIZADOS EN LA ELABORACION

DE DIAGRAMAS DE FRECUENCIA:

ESTRATIFICACION:

N80E/40N	N85W/52S	N40E/50SE	N35W/42SW
N55E/30NW	EW/43N	N75E/25SE	N35W/18SW
N85E/45N	N70E/35SE	N50W/25SW	N70E/30NW
EW/32N	N65E/70NW	N65E/30SE	N15E/10NW
N80E/47N	N45W/15SW	N80W/20S	N55E/12SE
EW/40N	N65E/32NW	N30W/40SW	NS/20W
N50E/20NW	EW/45N	N20W/25NE	N55W/25SW
NS/35E	N80W/25S	N35E/25SE	N55E/15SE
N60E/45N	N60E/35NW	N55E/25SE	N75E/15SE
N30W/30SW	EW/50N	N40E/55NW	N80W/25S
N70W/13S	N70E/30SE	EW/40N	N50W/20SW
N40E/15NW	N70E/50SE	N80E/48N	N70E/25S
N40W/35SW	N60E/35NW	EW/40S	EW/80S
N60W/12SW	N30E/40SE	N80E/40S	N80W/52S
N50W/18SW	N10E/25SE	N40W/25SW	N20E/40SE
N40W/31SW	N60E/55SE	N45W/4S	N70E/45S
N55W/15SW	N75E/55S	N80E/30N	EW/56S
N55W/20NW	N70E/40SE	N70W/35NE	N60E/30S
N30W/30SW	N70E/35S	N70E/30N	N30W/35S
N80E/5S	N50W/20SW	N75W/25N	N80E/30S
EW/10S	N55W/20SW	N60E/30NW	N85E/60S
EW/25S	N50E/25SE	N70E/20N	N65W/60S
EW/15S	N60W/10NE	N25W/55NE	N60W/30NE
N70E/18SE	N10E/10SE	N70W/30SW	N80W/30S
N15E/45SE	N46W/26SW	N60E/22NW	N80E/40S
N75E/45NW	N55E/45SE	N30W/62SW	N80E/50S

N75W/40S	N60E/18NW	N40W/25NE	N80W/75N
N80W/65S	EW/15N	N50W/40NE	N75E/60N
EW/70S	N10W/25SW	N45W/25SW	N70E/45N
N80W/30N	N70E/75S	N10E/25E	N70E/80N
EW/80N	EW/52N	N30E/10SE	N80E/45S
EW/30S	N80E/35N	N50E/25SE	N70E/40S
N85E/35N	EW/66S	N60E/30SE	N70E/60N
N85E/45N	N70W/45N	N60W/35SW	N60W/35NE
EW/25N	N80W/25S	N55E/25SE	N65W/25N
N75E/35N	N60W/35S	NS/15W	N65W/25N
N85W/40N	N60W/30S	N60W/20S	N60W/60N
N85E/35N	N80W/50S	N60E/20SE	N50W/35N
EW/35N	EW/45S	N50E/10SE	N60W/25SW
EW/45N	EW/45S	N70E/10S	N60W/25SW
N85E/45N	N80W/43S	EW/10S	N75W/5N
N80EW/35S	N80W/25S	N10E/25E	N65E/35S
N60E/22SE	N50E/20N	N60W/10N	N80E/30N
N65E/15S	N65W/20N	N60W/15S	N75E/35N
EW/25S	EW/15N	N60W/10S	N80E/60N
N85E/30S	EW/25N	NS/10W	N60W/50S
N85W/30S	N30E/15SE	N45W/20SW	N80E/20N
EW/10S	N70W/10SW	N60E/25S	N70E/90
EW/9S	N60W/35SW	N40E/50SE	N65E/45S
EW/30S	N25E/15SE	N70E/20S	N80E/50S
EW/30S	N80E/15S	N50E/20S	N70E/35S
EW/25S	N40E/15SE	N75W/25S	N80E/80S
EW/30S	N50E/10SE	N75E/10S	N80E/25S
N80E/25S	N60E/15SE	N80E/15S	EW/25N
EW/25S	N60E/22SE	N70W/25S	N75W/55N
NS/12W	N80W/60N	N60W/25SW	N80W/45N
N45W/30NE	N65W/40NE	N75E/65N	N75E/40N
N60W/22NE	N60W/40NE	NS/10E	N40E/45S
N50W/30NE	N45W/25NE	N10E/12W	N80E/65N
N70W/20NE	N80E/30N	NS/15W	N70W/65N

N50W/15NE	EW/90	N85W/25N	N65E/40SE
N50W/25W	N60E/30N	N70W/45N	N70E/48NW
N60W/75S	N60E/40N	N85E/45N	N60E/40NW
N65E/5N	N75E/55S	N75E/70S	N60W/24SW
N50E/15NW	N80E/90	N85E/50N	N65W/33SW
N50E/5SE	EW/20N	N85E/45N	N60E/45NW
N50W/10N	EW/75N	N65E/70S	N20W/12SW
N65E/35S	EW/35N	N60E/45SE	N70E/35N
N75E/25N	N70E/40S	EW/20N	N80E/30S
N85E/30S	N70E/30S	N60E/20SE	N60W/45NE
N50E/35SE	N70E/55S	N85W/90	N60E/45N
EW/65S	N70E/30S	EW/63N	N80E/45N
N85E/80N	N75E/35S	N30W/30N	N85E/40N
N80E/75S	N70E/50S	N85E/30N	EW/45N
N85E/55S	N30E/40N	N60E/45N	N80W/50N
N85E/40S	N75W/70S	N70E/45N	N75E/65N
N80E/50S	N75E/75S	N80E/30N	N75E/65N
N80E/60S	N75E/30N	N60E/25NW	N80E/45N
N85E/30S	N70E/50S	N70E/40W	N80E/45N
N85E/60S	N75E/60N	N60E/75SE	N80W/60N
N85E/75S	N75E/45N	N65E/30N	N85W/45N
N85W/60S	N70E/40N	N35E/40NW	
EW/60S	EW/30N		

EJES DE PLIEGUES:

N75E,0	N75W,10E	N85E,0	N50E,10E
N70W,18NW	N85W,15E	N80E,20W	N65E,30SW
N70E,18W	N85W,15E	N70E,15SE	N65E,0
N75E,20W	N80W,10E	N50W,25NW	N80W,20E
EW,20W	N20W,15N	N60E,60S	N70W,0
N80W,20W	N15W,25S	N80W,25E	
N50E,0	N80W,0		

FALLAS INVERSAS:

PLANO:	ESTRIA:	PLANO:	ESTRIA:
N20W/90	62S	EW/73N	80E
N80W/43N	56N	N30W/60NE	75NW
N75E/56NW	75W	N80E/65S	90
N50E/86SE	90	N80E/55S	80SW
N75E/79E	85SE	N70E/55S	80SE
N80E/67N	82W	N80E/55S	75S
N70W/85SW	90	N65E/25SE	85S
N60E/35SE	85S	N70E/75N	70E

FALLAS NORMALES:

PLANO:	ESTRIA:	PLANO:	ESTRIA:
N22W/30NE	80E	N65W/50NE	70NW
N20W/80E	55S	N75W/50SW	70NW
N72E/46SE	56SW	EW/70S	80E
N85E/43S	76S	N60W/36NE	90
NS/70W	57SE	N75E/47N	78NE
N73E/50S	85S	N75W50N	90
N40E/54SE	57S	N40E/42NW	48NE
N25E/72E	60S	N70W/55NE	90
N73E/53S	55S	N45W/32NE	80E
NS/70W	60S	N40W/90	80NW
N5W/66W	66NW		

MICROFALLAS:

Estación #17

RUMBO:	BUZAMIENTO:	ESTRIA:	JUEGO:
N5E	87E	32N	Dextral

RUMBO:	BUZAMIENTO:	ESTRIA:	JUEGO:
N50W	43NE	40N	Dextral
N55W	34NE	50N	Dextral
N20W	90	62S	Inversa
N15E	87E	28NE	Sinistral
N15E	76SE	28NE	Sinistral
N20W	25NE	30NE	Dextral
N20W	80E	55SE	
N20W	80E	55S	Normal
NS	34E	17NE	Dextral
N80W	43N	56N	Normal
N35E	75SE	26SW	Dextral
N72E	46SE	56SW	Normal
N15E	82SE	28NE	Sinistral
N15E	90	35N	Sinistral
N10E	87E	26NE	
N85E	43S	76S	Normal
NS	70W	57SE	Normal
N73E	50S	85S	Normal
N40E	54SE	57S	Normal
N25E	72E	60S	Normal
N73E	53S	55S	Normal
NS	90	33N	Sinistral
N35W	90	26N	Dextral
NS	35E	15S	

Estación # 18B

RUMBO:	BUZAMIENTO:	ESTRIA:	JUEGO:
N75E	56NW	75W	Inversa
N40E	90	81NE	Normal
N50E	86SE	90	Inversa
N75E	73SE	85SE	Inversa

RUMBO:	BUZAMIENTO:	ESTRIA:	JUEGO:
N55E	90	90	Normal
N80E	67N	82W	Inversa
NS	84E	2N	Sinistral
N5W	87E	8S	Sinistral
N30W	77SW	16S	Sinistral
N85E	44N	82W	Normal
N70W	85SW	90	Inversa
N20E	35SE	18S	Dextral
N60E	35SE	85S	Inversa
N5E	50W	15N	Sinistral
N85W	90	70W	
N80E	73N	75E	Normal
EW	73N	80E	Inversa
N70E	72N	90	Inversa
N60W	50NE	90	Inversa
N40E	60NW	75SW	Inversa
N70E	52SE	75E	Inversa
N75W	35SW	73SE	Inversa
EW	25S	90	Inversa
N20W	55W	27N	
N15W	65W	27S	
N50W	36W	24S	Sinistral
N10W	78W	2N	Sinistral
NS	75W	69SW	Inversa

Estación # 22

RUMBO:	BUZAMIENTO:	ESTRIA:	JUEGO:
NS	80W	21SW	Sinistral
N40W	70SW	16SE	Sinistral
N50W	78SW	15SE	Sinistral
N45W	78SW	20SE	Sinistral
N35W	86SW	10SE	Sinistral

RUMBO:	BUZAMIENTO:	ESTRIA:	JUEGO:
N30W	85SW	20SE	Sinistral
N35W	85SW	26SE	Sinistral
N30W	85SW	25SE	Sinistral
N45W	85SW	8SE	Sinistral
NS	82E	4SW	Dextral
N35W	90	3SE	Sinistral
N4W	76W	9S	Dextral
N40W	52SW	12SE	Dextral
N40W	52SW	57SW	Norm. Sines.
N15E	80W	10SW	Sinistral
N25W	60SW	90	Normal
N65W	65NE	0	Dextral
N65W	50NE	70NW	Normal
EW	75S	5E	Dextral
N75W	60SW	70NW	Normal
N35W	65SW	5SE	Sinistral
N65E	25SE	85S	Inversa
EW	70S	90	Normal

DIACLASAS:

N15E/80E	N10E/75E	NS/50W	NS/65W
N5W/60E	N30W/90	N60E/40SE	N80W/70S
N5W/86W	N45W/70NE	N30W/45NE	N80W/68S
N10W/90	N60W/80S	N45W/90	N75W/67S
N60E/90	N50W/90	N30E/90	N65W/70S
N15E/70W	N30W/75NE	N50W/80NE	N60W/85S
N30W/67W	N10W/80W	N5E/75W	N25W/48E
N40E/85W	N30E/75SE	N30E/75SE	N35E/65SE
N25W/90	NS/90	N40W/70NE	N25W/70SW
N60E/40S	N60W/60S	NS/90	N25E/55SE
N50E/90	N30W/80W	N70W/80N	N50E/84SE

N20W/75NE
N S/65E
N30E/82SE
N15E/80W
N40E/80SE
N20E/90
N45E/78N
N40E/84SE
N70W/69SW
N15W/60E

N30W/90
N35W/90
N15E/80W
N20E/68SE
N40E/60SE
N15W/90
N15W/80E
N80E/80N
N85W/68N

N80E/70N
N10E/56SE
N80E/84N
NS/65E
N50E/75N
N10E/65N
NS/90
N60E/62N
N5W/80W

EW/35N
N80W/35NE
N25W/90
N20W/75E
N10E/90
NS/80W
NS/70W
N65W/62NE
N10W/90

BIBLIOGRAFIA

1. BATEMAN, A.M., 1974, Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico: Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España, 975 p.
2. BECK, C., 1977, Geología de la Faja Piemontina y del Frente de Montaña en el Noreste del Estado Guárico-Venezuela: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 759-787.
3. ———, y FURRER, M.A., 1977, Sobre la existencia de Sedimentos marinos no metamorfizados del Neocómiense en el Noreste del Estado Guárico, Venezuela septentrional. Implicaciones paleogeográficas: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 135-147.
4. BERMUDEZ, P.J., 1978, Estudio Micropaleontológico de 19 Secciones delgadas de calizas de las cercanías de Santa Fé, Estado Sucre, Venezuela: Ministerio de Energía y Minas, Informe interno. 5 p.
5. BILLINGS, M.P., 1972, Structural Geology; Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 606 p.
6. CAMPOS, V. y OSUNA, S., 1977, Geología de la región

de Boca de Uchire: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 449-467.

7. CARDENAS, M. y TARACHE, C., 1977, Estudio de las anomalías radiactivas de Puerto La Cruz, Distrito Sotillo, Estado Anzoategui y de San Francisco, Estado Monagas: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 1.039-1.059.
8. COMPTON, R.R., 1970, Geología de Campo: Editorial Pax-México, Librería Carlos Cesarman, S.A., México, 478 p.
9. ESCALONA, N., 1977, Formaciones propicias para la exploración de Uranio en la región de los Monos y en la región Oriental de Venezuela: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 1.023-1.037.
10. FAUCHER, B. y SAVOYAT, E., 1973, Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos: Traducción tomada de la Revue de Géographie et de Géologie Dynamique (2) Vol. XV, Fasc. 1-2, Paris, pp. 115-142.
11. FLETCHER, C.J., 1977, Estructuras en rocas plegadas: Ministerio de Desarrollo de Ultramar, Londres, 39 p.
12. FOLK, R.L., 1969, Petrología de las Rocas Sedimentarias: Instituto de Geología de la U.N.A.M., México, 405 p.

13. FREILE, A., 1968, Regiones Climáticas de Venezuela: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Volúmen X, número 19, Caracas, pp. 4-154.
14. HAY, J. y AYMARD, R., 1977, El Cretáceo en el Sub suelo de Anzoategui y parte de Monagas, Cuenca de Venezuela Oriental: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 557-1.574.
15. HEDBERG, H.D., 1950, Geology of the Eastern Venezuela Basin: Bullet. Geol. Soc. Amer., volúmen 61/11, pp. 1.173-1.215.
16. —————, y PYRE, A., 1944, Stratigraphy of Northeastern Anzoategui, Venezuela: Bullet. Amer. Assoc. Petrol. Geolog. Vol. 28/1, pp. 1-28.
17. LIDDLE, R.A., 1928, The Geology of Venezuela and Trinidad: J.P. Macgowan, Fort Worth, Texas, 552 p.
18. KERR, P.F., 1965, Mineralogía Optica: McGraw-Hill Book company, Inc., New York, 433 p.
19. KUMBREIN, W.C., y SLOSS, L.L., 1969, Estratigrafía y Sedimentación: Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, México, 778 p.
20. MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS, 1970, Lexico

Estratigráfico de Venezuela: Boletín Geológico,
Caracas, publicación especial 1, 728 p.

21. MATTAUER, M., 1976, Las Deformaciones de los Materiales de la Corteza Terrestre: Ediciones Omega S.A., Barcelona, 524 p.
22. PASQUALI, J., 1977, Plan nacional de exploración de Uranio en Venezuela: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 989-1.009.
23. PETTIJOHN, F.J., 1976, Rocas Sedimentarias: Editorial Universitaria de Buenos Aires, 731 p.
24. PFEFFERKORN, H.W., 1977, Plant Megafossils in Venezuela and their use in Geology: V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 407-414.
25. ROD, E. y MAYNC, W., 1954, Revision of Lower Cretaceous Stratigraphy of Venezuela, Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull., Vol. 38, # 2, pp. 193-283.
26. ROSALES, H., 1958, Discusión sobre la formación El Cantil del Noreste de Venezuela: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas, 5p.
27. ———, 1960, Estratigrafía del Cretáceo-Paleoceno-Eoceno de la Serranía del Interior, Oriente de Venezuela: III Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 471-495.
28. ROYO y GOMEZ, J., 1960, Los Vegetales de la forma

ción Barranquín, Cretáceo Inferior del Estado Sucre: III Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 496-500.

29. SAUER, W., Geología del Ecuador; Editorial del Ministerio de Educación, Quito, 383 p.
30. SELLEY, R.C., 1976, Medios Sedimentarios Antiguos: H. Blume ediciones, Madrid, 251 p.
31. VIVAS, V. y CAMPOS, V., 1977, Geología del río Batatal, Estado Miranda. V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, pp. 349-361.
32. VON DER OSTEN, E., 1954, Geología de la región de la Bahía de Santa Fé, Estado Sucre: Boletín de Geología, Vol. 3, # 8. pp. 123-211.

LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES Y CORTES.
GEOLOGÍA Y TECTÓNICA DEL ÁREA DEL GOLFO DE SANTA FE (VENEZUELA).

