

Material that is not considered suitable for publication by the Comité will be returned to the author.

Classes of technical papers:

1) Artículos (original articles). Articles containing the results of original research, or reviews of recent advances in some fields, are invited for consideration. Length can vary from 1,000 to 10,000 words.

2) Notas técnicas. These technical notes are reports of significant research that concerns a limited subject, such as: discovery of a geologic feature, fossil species, geophysical interpretation of a feature, or the use of a geologic parameter, evaluation tools, or the results of applied methods. These notes should be limited to 1,000 words (four double-spaced, typewritten pages). However, statements of conclusions without supporting data will not be accepted.

3) Comentarios. Communications, varying in length from several sentences to about 600 words, may be reports of research that for some reason cannot be presented as "notas técnicas" or they may be brief comments of the "Letters to the Editor" type. For the former, supporting data should be included or else an explanation should be attached.

4) Artículos instructivos e informativos. Articles concerning the explanation and application of commercial tools and methods, considered to be of interest to members, are also invited. Length should not exceed 5,000 words, including space occupied by figures and tables.

5) Polémicas. Discussions and replies concerning articles published in the Boletín, or elsewhere, are requested, as discussions bring out points not covered by the author. Length should not exceed 1,000 words.

ARTICULO

ESTUDIO DE UNA SECCION DE LA FORMACION
CAUJARAO EN EL ANTICINAL DE LA VELA, ESTADO FALCON¹

por Cecilia Kavanagh de Petzall²

Resumen

Una sección de la formación Caujarao fué medida y muestreada en el flanco sur del anticinal de La Vela al noreste de La Vela de Coro, Estado Falcón, en Marzo y Abril de 1951. Allí la formación Caujarao tiene 1170 metros de espesor y es concordante encima de la formación Socorro y debajo de la formación La Vela.

La formación Caujarao se divide en tres miembros. El miembro El Muaco, inferior, tiene 690 metros de espesor y se compone de calizas fosilíferas, areniscas de grano fino, margas fosilíferas y arcillas y lutitas fosilíferas interestratificadas. La edad del miembro se extiende desde la parte superior del Mioceno Inferior hasta la parte inferior del Mioceno Medio superior. El miembro Mataruca, intermedio, tiene 115 metros de espesor máximo, y se compone de tres calizas prominentes interestratificadas con lutitas y margas muy fosilíferas. La edad del miembro es Mioceno Medio superior. El miembro Taratara, superior, tiene un espesor de 400 metros, y se compone de arcillas y lutitas microfosilíferas, de edad Mioceno Medio superior.

La fuente original de sedimentos de la formación Caujarao estaba compuesta por rocas ígneas básicas y rocas metamórficas, de las que la formación Caujarao representa por lo menos el segundo ciclo sedimentario. Un cambio mineralógico importante se presenta entre las formaciones Caujarao y La Vela.

Prácticamente toda la formación es fosilífera. Noventa especies y subespecies de moluscos fueron determinadas. La edad indicada por los macrofósiles, provenientes casi todas del miembro Mataruca, es Mioceno Medio superior. También se determinaron 79 especies y subespecies de foraminíferos. Esta microfauna se ha correlacionado con las siguientes zonas y zónulas establecidas por Renz en Falcón Oriental: (1) Zona de Robulus senni - zónula de Vaginulinopsis superbus-Trochammina cf. Pacifica sin diferenciar y (2) zónula de Textularia panamensis - zónula de Elphidium poevanum-Reussella spinulosa sin diferenciar.

La fauna indica sedimentación en la zona nerítica en mar abierto y ambiente tropical con variaciones menores en la profundidad del agua que nunca excedieron el límite inferior de la zona nerítica.

Con base en la edad determinada para la formación Caujarao, se indican las formaciones correlativas en Venezuela y en el área del Caribe.

La estructura de La Vela, donde se midió la sección, se describe de manera resumida. La historia geológica reflejada por la sección estudiada es de variaciones menores en el ambiente sedimentario de la formación a través de todo el Mioceno Medio.

¹ Tesis de grado, Escuela de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, 1953. Publicado con el permiso de la Escuela de Geología.

² Geólogo; Mene Grande Oil Co. (1953-1955), Creole Petroleum Corp. (1955-1957).

INDICE

	<u>Página</u>
Introducción	271
Geografía	273
Estratigrafía	274
Formación Socorro	274
Formación Caujarao	275
Nomenclatura	275
Litología	276
Miembro El Muaco	276
Miembro Mataruca	285
Miembro Taratara	288
Mineralogía	289
Paleontología	289
Macropaleontología	289
Micropaleontología	292
Correlación	298
Estructura	302
Historia Geológica	303
Bibliografía	309
Abstract	319

INDICE DE FIGURAS

<u>Número</u>	<u>Título</u>	<u>Páginas</u>
1	Mapa de Venezuela	272
2	Mapa de Localización	277
3	Sección Columnar de la Formación Caujarao	283
4	Distribución de Minerales Pesados	290
5	Distribución de Microfósiles	293
6	Microfauna-Litología-Ecología	299
7	Ocurrencia de foraminíferos de Caujarao en el Área del Caribe	301
8	Sección A-B-C de la Fm. Caujarao	305
9	Sección D-E de la Fm. Caujarao	307
10	Mapa de Localización de Muestras	309

Introducción

En el presente trabajo se exponen los resultados de un estudio en el campo de una sección de la formación Caujarao expuesta en los flancos del anticlinal de La Vela, al este de La Vela de Coro (véanse Mapas de Localización, Figuras 1 y 2), hecho por la autora durante los meses de Marzo y Abril de 1951 en el Estado Falcón.

Estudios anteriores de esta estructura por Wiedenmayer, González de Juana y estudiantes de Geología de la Universidad Central de Venezuela permitieron planear el trabajo para obtener una sección completa.

Las líneas de sección están identificadas con las letras A-B-C y D-E en los mapas y se extienden: la primera, desde el punto A en la zona crestal del anticlinal de La Vela, donde afloran sedimentos asignados a la formación Socorro, en dirección S 38°E por una distancia de 800 metros hasta el punto B, y de allí en dirección S 24°E por una distancia de aproximadamente 1.200 metros hasta el punto C, cerca de la Fila de Mataruca. En el extremo sur de esta línea, se completó la sucesión de los estratos con una línea corta entre las Filas de Las Trincheras y Mataruca, al oeste de la línea principal. Con base en los estudios anteriores, la caliza prominente que aflora por encima de un horizonte de margas muy macrofósiliferas expuestas entre las Filas de Las Trincheras y de Los Infiernitos, fué tomada como correlativa de una caliza que aflora encima de margas litológicas y faunáticamente similares, a corta distancia al oeste del Cementerio de Carrizal. Allí se comenzó la sección D-E en dirección N 71°W por una distancia de 825 metros, hasta cerca de la cresta de la Fila de La Campana, donde afloran sedimentos de la formación La Vela. Con estas distancias horizontales, que suman un total de aproximadamente 2,825 metros, se obtuvo un espesor total de la formación Caujarao de 1.170 metros, y pequeños espesores de la parte superior de la formación Socorro y de la parte inferior de la formación La Vela.

El control horizontal y vertical fué establecido por lecturas de miras de estadía con alidada telescopica Gurley y plancheta, a escala 1:1.000 con orientación al Norte magnético. El control de cierre se obtuvo por la comparación con los mapas pre-existentes de la zona. La elevación-base del levantamiento de campo fué escogida arbitrariamente y todas las elevaciones fueron posteriormente corregidas a cotas verdaderas según datos pre-existentes.

Los métodos de estudio de las muestras en el laboratorio variaron de acuerdo con el objeto: paleontología o petrografía. Para el estudio paleontológico, si las rocas eran consolidadas, se prepararon secciones finas en cantidad suficiente para obtener una representación adecuada de la fauna en la muestra. Estas secciones luego se estudiaron bajo microscopio binocular. Para el presente trabajo se prepararon 52 secciones finas de un total de 13 muestras. Las muestras poco consolidadas fueron lavadas con agua a través de támices de mallas entre 100 y 200. Una vez lavadas y secadas, se hizo una separación por densidades con tetracloruro de carbono. Despues de secas, se separaron láminas faunales. En el presente estudio se lavaron 50 muestras, y se prepararon 43 láminas faunales de microfósiles.

Los macrofósiles en su mayor parte fueron recogidos sueltos y en algunas muestras se estudiaron dentro de la roca matriz, de la cual no podían ser separados.

El estudio petrográfico consistió en la preparación de láminas de minerales pesados y livianos, de las muestras de arenisca y otras de componentes arenáceos.

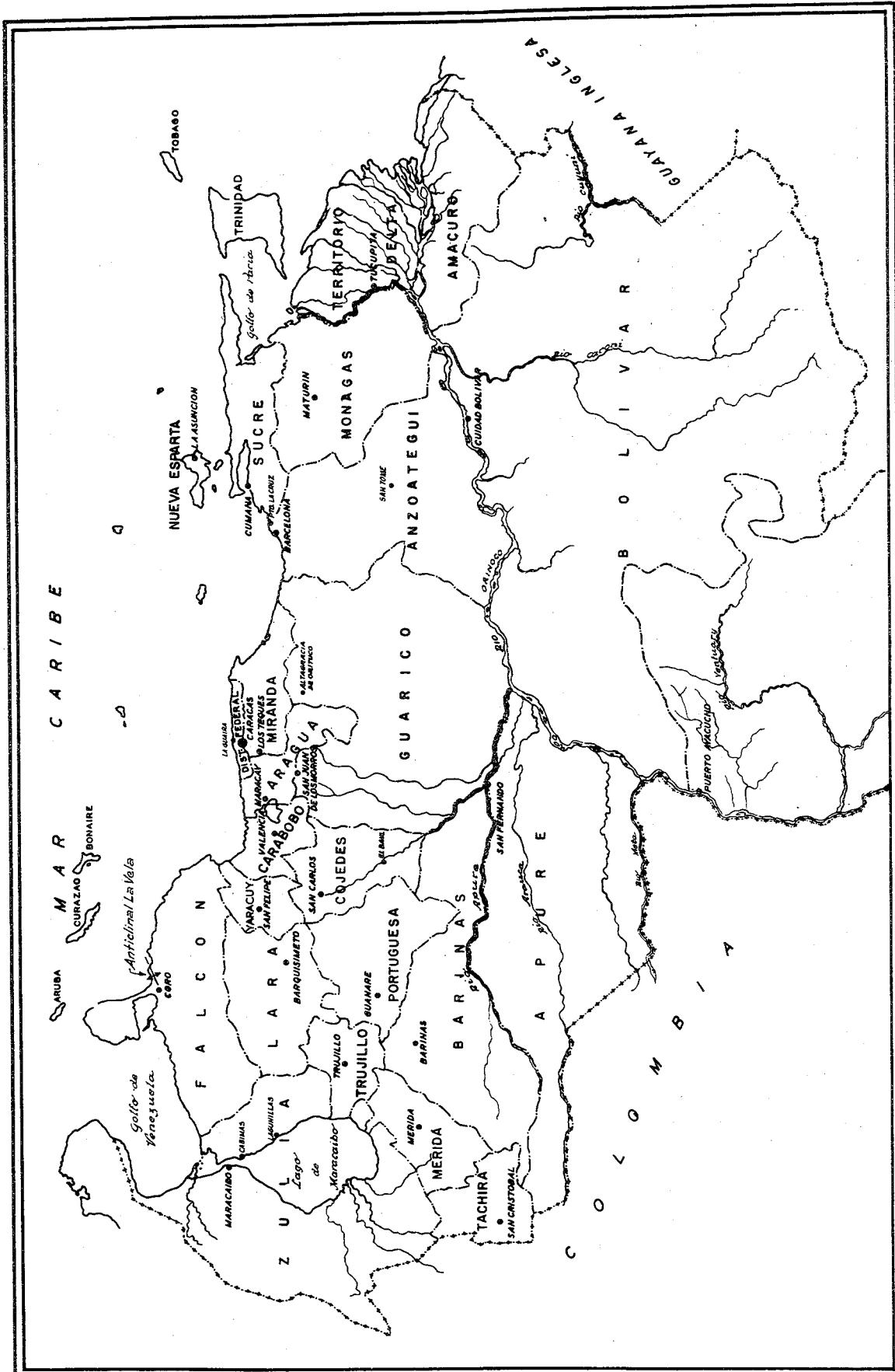


Fig. 1 - C. Petzall. Mapa de Venezuela mostrando el anticlinal de la formación Caujarao.

visibles. Se hicieron 16 separaciones de minerales pesados. Las secciones finas de rocas consolidadas preparadas para el estudio paleontológico, igual que los residuos de flotación de muestras lavadas, fueron estudiadas también bajo el punto de vista petrográfico.

Los resultados del estudio de cada muestra se registraron luego en tarjetas Kardex. Las muestras y láminas están depositadas en el Laboratorio del Departamento de Geología y Minas de la Universidad Central de Venezuela.

Agradecimientos

Durante la realización del trabajo la autora recibió la asistencia de varias entidades y personas. El Dr. Clemente González de Juana, Director del Departamento de Geología y Minas de la Universidad Central de Venezuela, dirigió el trabajo de campo; la Sra. Dra. Frances de Rivero asistió en la determinación de la macrofauna, cuya nomenclatura, ecología y edad fueron también objeto de un informe del Dr. J. G. Marks, del Laboratorio Central de Geología de la Creole Petroleum Corporation.

Las determinaciones de la microfauna fueron revisadas por los Dres. F. J. Bermúdez, profesor de Micropaleontología de la Universidad Central de Venezuela, y el Dr. H. H. Renz, Director del Laboratorio de Geología de la Mene Grande Oil Company. El Dr. Gustavo Feo de la Mene Grande Oil Company asistió en el estudio petrográfico de las muestras.

La Mene Grande Oil Company colaboró generosamente en la realización de este trabajo, tanto en la parte financiera, como suministrando materiales de trabajo, tales como libretas de campo, hojas de plancheta y sacos de muestra. La mayoría de las láminas fueron preparadas en el laboratorio de la Mene Grande Oil Company, con la asistencia del personal subalterno de éste.

El buen éxito del trabajo de campo es mérito exclusivo de los compañeros Pedro Vallenilla y Andrés Remiszewski (q.p.d.).

Geografía

En la zona en que se midió la sección de la formación Caujarao, el relieve está directamente controlado por la geología. Las máximas elevaciones de alrededor de 150 metros sobre el nivel del mar, coinciden con la cresta de la estructura anticlinal de La Vela, donde aflora la caliza basal de la formación de Caujarao. En el declive occidental de la zona crestal esta caliza ha sido erosionada y se encuentran afloramientos de sedimentos poco consolidados de la formación Socorro en una depresión topográfica que coincide con una "ventana geológica".

Al sur del ancho arco anticlinal formado por las calizas basales de Caujarao, los afloramientos de la formación se componen de calizas y areniscas interestratificadas con lutitas y arcillas. Esta litología da lugar a la formación de la típica topografía de filas y valles paralelos causada por la diferente resistencia de las rocas a la erosión. Aun más al sur, un miembro de la formación en que ocurren calizas más espesas, aflora en las prominentes filas de Las Trincheras, Los Infiernitos y Mataruca, en que las elevaciones alcanzan hasta 125 metros.

La parte superior de la formación Caujarao se compone casi exclusivamente de arcillas y lutitas que afloran en una ancha zona de bajo relieve al oeste de la población de Carrizal hasta la Fila de La Campana, formada por areniscas calcáreas de la formación La Vela.

El drenaje de la zona atravesada por la sección A-B-C se compone de afluentes de la quebrada de El Muaco. El drenaje dendrítico de los afloramientos del miembro arcilloso de la parte superior de la formación Caujarao, (sección D-E) es afluente de la quebrada de Mataruca.

La vegetación en la zona estudiada está controlada por la distribución de suelos y suministro de agua. El estado de sequía que predomina en la región durante la mayor parte del año causa la presencia de una flora semixerófila limitada principalmente a los cursos de las quebradas intermitentes, y a las cuestas de buzamiento de rocas calcáreas. Los afloramientos de areniscas y de lutitas y arcillas espesas no cubiertas por suelo generalmente carecen de toda vegetación.

El clima es tropical, cálido y seco, con excepción de una estación de lluvias corta pero violenta.

Las líneas de sección se escogieron de modo de cruzar el mayor número de afloramientos y la menor cantidad de zona cubierta. En consecuencia, se encontraron afloramientos cubiertos por aluvión o taludes solamente al oeste de Carrizal y en las faldas de la Fila de La Campana.

Estratigrafía

La sección de la formación Caujarao que se describe a continuación fué estudiada por la autora en el campo, usando como base 'a priori' los estudios anteriores de la misma zona realizados por estudiantes de Geología de la Universidad Central de Venezuela. En consecuencia, los contactos de la formación Caujarao con las formaciones infra- y suprayacentes, y la determinación del horizonte correlativo entre las secciones A-B-C y D-E, eran datos conocidos en el problema. Los resultados del presente estudio no dan motivo, en general, para estar en desacuerdo con estos datos previos.

Formación Socorro

La formación Socorro fué nombrada y descrita por Williston en 1921 en comunicación personal dirigida a R.A. Liddle (73). La localidad tipo es la población de Socorro, Distrito Democracia, Estado Falcón. La existencia de afloramientos de estratos asignados a esta formación en la cresta del anticlinal de La Vela fué publicada por González de Juana en 1937 (56). Los afloramientos se encuentran dentro de una "ventana geológica" en la cresta del pliegue principal y también en la zona crestal de un pliegue de arrastre volcado al norte del anterior.

El contacto con la formación Caujarao fué colocado por González de Juana y por estudiantes que posteriormente trabajaron en la misma estructura, en la base de una caliza que sostiene las áreas topográficamente más altas de la estructura y que en sus afloramientos cerca de la playa al norte del pliegue principal contiene abundantes ejemplares de Turritella altilira Conrad.

En el presente trabajo, se tomó una muestra de una arcilla gris-azulada a pardo-amarillenta, asignada por dichos estudios previos a la formación Socorro. Tanto su litología como su fauna son similares a las de las lutitas de la parte basal de la formación Caujarao. Sin embargo, el cambio litológico entre la parte superior de la formación Socorro y la base de Caujarao existe en el horizonte indicado, desde donde aparecen calizas organógenas espesas y areniscas en considerable frecuencia.

Payne en 1951 (86) incluye la caliza basal de la formación Caujarao en la zona de Cumarebo (caliza de Dividive) dentro de la formación Socorro, que él llama formación Mosquito. Senn en 1935 (93), había considerado la caliza de Dividive como la caliza basal de Caujarao, pero de acuerdo con Payne esta caliza arrecifal es producto de un ambiente de aguas llanas indicando la culminación, más bien que la fase inicial de un ciclo sedimentario. Además, una arenisca calcárea con Oncoculinoïdes sp. que ha sido encontrada en los pozos de Cumarebo por encima de la "arena 15" y que se considera como el equivalente en el subsuelo de la caliza de Dividive, se asocia siempre con la arena de la cual forma el "cap-rock", más que con la lutita suprayacente. Las razones aducidas por Payne para incluir la caliza de Dividive en la formación Socorro no son válidas desde el punto de vista de nomenclatura formacional y de los criterios aceptados para establecer contactos formacionales. Es interesante anotar que Senn menciona creer haber visto fragmentos de Miogypsina sp. en muestras de la localidad tipo de la caliza de Dividive al sur-oeste de Cumarebo, y que la considera como la caliza basal de la formación Caujarao a pesar de que señala la abundancia de Miogypsina a través de la formación Socorro.

La caliza basal de la formación Caujarao en el anticlinal de La Vela representa la aparición más alta de Miogypsina dentro de la sección estudiada.

Formación Caujarao

Nomenclatura

Arnold (fide Liddle, 73), alrededor de 1912, designó con el nombre de formación "Damsite" a una serie de sedimentos Terciarios típicamente expuestos cerca de un viejo dique de irrigación español en el Río de Coro, 3 kilómetros al sureste de Coro. En 1937, Wiedenmayer (97) y González de Juana (56) usan para los mismos sedimentos el nombre de Formación Caujarao tomado del caserío de Caujarao, donde se encuentra la represa antes mencionada. Esta designación geográfica es más apropiada que la de Arnold, desde el punto de vista de nomenclatura estratigráfica.

Según Liddle (73), en Caujarao parte de la formación está muy bien expuesta, pero otra parte considerable ha sido cortada por fallas. Sin embargo, Liddle propone conservar la localidad tipo original, porque es un nombre bien establecido y entendido, aunque según él posiblemente existen secciones más completas en los alrededores de Sabaneta y Urumaco, Estado Falcón.

En 1926, A.H. Garner (52) usa el nombre de formación Urumaco para sedimentos aparentemente equivalentes a los de la formación Caujarao. Los estudios de geólogos de la Creole Petroleum Corporation [a juzgar por la nomenclatura usada en el Cuadro de la Correlación de la Convención Nacional de Petróleo en 1951 (80)] han establecido esta equivalencia; sin embargo en el cuadro se conserva el nombre de Caujarao para la región de Cumarebo. El nombre de Urumaco se restringe a Falcón Occidental y a Paraguaná y Falcón Central. Desde el punto de vista geográfico, la localidad tipo

de Caujarao está en Falcón Norte-Central de modo que representaría también el límite occidental de la vigencia del nombre de Caujarao.

La sección objeto del presente estudio se encuentra unos 20 kilómetros al noreste de la localidad tipo, entre ésta y la región de Cumarebo, y de acuerdo con lo anterior el nombre de Caujarao es el que debe ser usado aquí.

En 1937 González de Juana establece de manera tentativa una división de la sección de la formación Caujarao en La Vela en tres partes: una superior de arcillas, una intermedia de rocas organógenas y lenticulares que incluye las calizas llamadas de Mataruca y "Rim Rock" (Las Trincheras) y una inferior de arcillas, arenas, margas y calizas.

En 1947 y 1948 estudiantes de Geología de la Universidad Central de Venezuela (94) hicieron estudios detallados de la región de La Vela, a raíz de los cuales se dividió la formación Caujarao en tres "paquetes": el superior, llamado Taratara, compuesto principalmente por arcillas; el intermedio, llamado de Mataruca, caracterizado por calizas organógenas de prominente expresión topográfica, y el inferior, llamado de El Muaco, compuesto por arcillas y lutitas, arenas, margas y calizas interestratificadas. Esta subdivisión litológica de la formación se ha conservado en el presente informe, ya que en esta sección se reconoce fácilmente. Por los trabajos anteriores se hizo aparente que estas unidades pueden ser diferenciadas en toda la región de La Vela. Según las normas de nomenclatura estratigráfica, los "paquetes" definidos en 1947 y 1948 deben ser llamados miembros, ya que son subdivisiones de una formación.

Payne (86) publicó en 1951 una subdivisión de la formación Caujarao en tres miembros, todos definidos en o inmediatamente alrededor del campo petrolero de Cumarebo. Estos son: el miembro de Corocorote, superior, compuesto de calizas detríticas y arcillas glauconíticas, y según Payne, equivalente a las arcillas de Turupía que no han sido descritas ni medidas en detalle todavía; el miembro de caliza de Cumarebo, intermedio, un arrecife de algas que según el autor es discordante debajo del miembro de Corocorote y transgresivo sobre el miembro inferior de Portachuelo, compuesto de desarrollos cíclicas de lutitas, areniscas y calizas. Esta subdivisión litológica no se reconoce en la región de La Vela, principalmente porque el miembro intermedio de caliza de Cumarebo es un desarrollo arrecifal local, con un espesor máximo de 100 metros, que a lo largo del rumbo desaparecerá pocos kilómetros al oeste de Cumarebo, y, a través del rumbo, desaparece en la distancia que media entre su afloramiento en el flanco sur y el flanco norte de la estructura de Cumarebo.

Litología

Miembro El Muaco

El miembro El Muaco es el miembro inferior de la formación Caujarao, y recibe su nombre del Rancho de El Muaco, situado en la vertiente este de la Quebrada El Muaco (véase Mapa de Localización, Figura 2). En la sección estudiada tiene 690 metros de espesor medidos desde la localidad de la muestra F-1101 en la base, hasta la base de la caliza de Las Trincheras, localidad de la muestra F-1147.

El miembro se compone de calizas organógenas y detríticas, fosilíferas, areniscas friables de grano fino, margas fosilíferas, y arcillas y lutitas interestratificadas.

SECCION DE LA FM CAUJARA
EN EL ANTICLINAL DE LA VELA EDO. FALCON
MICROFAUNA — LITOLOGIA — ECOLOGIA

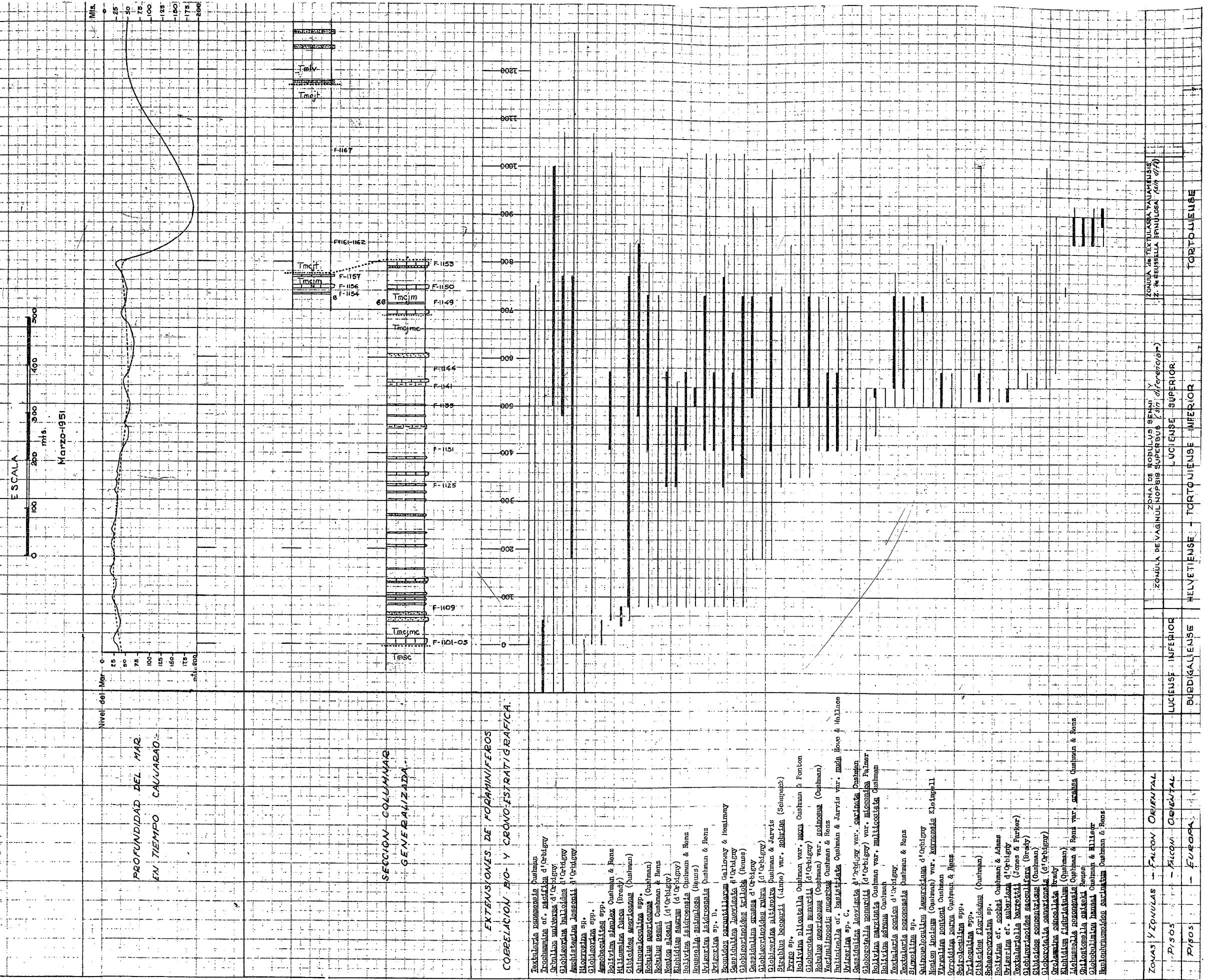


Fig. 2 - C. Petzall. Mapa de localización: sección de la formación Caujara en el anticlinal de La Vela.

Las rocas calcáreas (calizas y margas) forman el 13% del espesor del miembro, las areniscas el 5% y las arcillas y lutitas el 82%.

Las arcillas raras veces tienen suficiente laminación para clasificarse como lutitas. El color generalmente varía entre gris y pardo, pasando por tonos azulados. El color de meteorización es generalmente pardo o amarillento, debido a la presencia de óxidos de hierro. En su gran mayoría son microfósilíferas, y algunas llevan crecimientos secundarios de macrocristales de yeso.

Las calizas son generalmente microgranulares, bien consolidadas, macro- y microfósilíferas, frecuentemente con granos de cuarzo detrítico, meteorizando en tonos negros y grises en superficies irregulares o cavernosas. Los colores de la roca fresca son pardo, naranja y amarillo.

Las margas son de colores más rojizos, poco consolidadas y generalmente muy macro- y microfósilíferas. Pasan lateralmente a calizas consolidadas o en sentido contrario, a arcillas calcáreas.

Las areniscas son de grano fino, friables, ferruginosas, a veces micáceas. Los colores varían de gris violáceo a pardo rojizo en superficies frescas y meteorizadas.

El desarrollo más prominente de caliza en este miembro ocurre en la base, donde se presenta la caliza basal de la formación Caujarao, que en el anticlinal de La Vela sostiene las mayores elevaciones topográficas cerca de la cresta de la estructura.

Cerca de la playa al norte de la cresta, los afloramientos de esta caliza se caracterizan por la presencia de ejemplares abundantes y bien desarrollados de Turritella altilira Conrad, que no se encuentran en el flanco sur de la estructura.

Las areniscas más prominentes también ocurren cerca de la base, en la localidad conocida con el nombre de Cerro Falcón del Muaco, entre los 50 y 70 metros por encima del tope de la formación Socorro. Allí ocurren areniscas y algunas lutitas muy arenosas de grano fino y color pardo a amarillo-naranja y gris-violeta, meteorizando pardo rojizo y violeta.

El mayor espesor de arcillas se presenta cerca del tope del miembro, donde un espesor de 130 metros de arcillas blandas, compactas, de color gris a pardo meteorizando pardo está interrumpido sólo por un intervalo de arenisca micácea de grano fino, friable y ferruginosa, de poca expresión topográfica.

Según Payne (86) las arcillas, areniscas y calizas interestratificadas de la parte inferior de la formación Caujarao en la región de Cumarebo representan una serie de ciclos sedimentarios menores, en que cada ciclo se inicia con una arcilla que pasa gradualmente a arcilla arenosa y arenisca. Encima de cada arenisca suele encontrarse un "cap-rock" calcáreo, terminando cada ciclo menor con la deposición de un lecho glauconítico después del cual se produce el cambio abrupto a las arcillas bastante puras del ciclo siguiente. Esta secuencia no ha podido ser comprobada en la sección estudiada por la autora. La frecuente ocurrencia de glauconita y de material carbonáceo y restos de plantas que Payne reporta de Cumarebo, no existe en La Vela. En este miembro, igual que en el de Mataruca suprayacente, se ha observado arenisca superpuesta inmediatamente por calizas, pero ésto es más bien excepcional, y en general la secuencia litológica en La Vela parece ser irregular y no representa una serie de ciclos sedimentarios en secuencia simple.

Espesor en metros encima de la formación de Socorro

Hasta 0 mts.

0- 16 mts.

16- 52 mts.

52- 70 mts.

70- 81 mts.

81- 86 mts.

86- 95 mts.

95- 99 mts.

99-108 mts.

108-114 mts.

114-134 mts.

134-138 mts.

138-143 mts.

Descripción litológica detallada

Descripción litológica

Arcilla limonítica, gris azulada y amarilla, meteorizando azul y naranja, microfosilífera, algo arenácea (Formación Socorro). F-1100.

Caliza microgranular, bien consolidada, pardo amarillenta a naranja meteorizando gris oscuro a negro con superficie ahuecada, macro- y microfosilífera, con granos de cuarzo detrítico; arrecife de algas. (Caliza de Paredón, caliza de Dividive). F-1101, F-1102, F-1103.

Arcillas gris azuladas y pardas meteorizando azul a naranja, ferruginosas, blandas, microfosilíferas, crecientemente arenáceas hacia el tope. F-1104, F-1105, F-1106.

Arenisca de grano fino, pardo a amarillo naranja y gris violeta, meteorizando pardo y violeta, friable, ferruginosa, con intercalaciones de arcillas arenáceas, pardas, con laminaciones de arenisca ferruginosa de 2 a 3 cms. de espesor cada 10 a 20 cms. (Arenisca de Cerro Falcón del Muaco). F-1108.

Arcillas algo arenáceas, gris pardas meteorizando pardo, microfosilíferas cerca del tope. F-1107, F-1109.

Caliza microgranular, pardo clara, meteorizando gris oscuro con superficie ahuecada, muy arenácea, ferruginosa, macro- y microfosilífera. F-1110.

Arcillas, gris pardo meteorizando pardo, como antes.

Coquina pardo-amarilla meteorizando gris oscuro, arenácea, ferruginosa, con vetas de calcita, macrofósiles abundantes, microfosilífera. F-1111.

Arcillas como antes.

Caliza pardo-amarillenta meteorizando gris oscuro, microgranular, poco consolidada, algo arcillosa, macrofosilífera. F-1112.

Arcillas como antes.

Arenisca ferruginosa de grano fino, pardo-amarillenta meteorizando gris oscuro con intercalaciones de arcillas arenáceas como arriba. F-1113.

Caliza arenosa, blanco-amarillenta a pardo claro, meteorizando negro a pardo grisáceo, en bloques grandes con superficie ahuecada, con Ostrea formando bancos. F-1114.

143-160 mts.

160-163 mts.

163-207 mts.

207-210 mts.

210-237 mts.

237-240 mts.

240-271 mts.

271-274 mts.

274-305 mts.

305-308 mts.

308-317 mts.

317-320 mts.

320-329 mts.

329-331 mts.

331-350 mts.

350-355 mts.

355-374 mts.

374-376 mts.

Arcillas gris-pardo, meteorizando pardo, algo arenáceas.

Coquina amarillenta a pardo claro, meteorizando negro, poco consolidada, con Ostrea formando bancos. F-1115.

Arcillas blandas, pardo-claras meteorizando pardo, ligeramente arenáceas, microfosilíferas. F-1116, F-1117.

Caliza pardo-naranja meteorizando gris oscuro, microgranular, algo ferruginosa, con abundante Ostrea y microfauna de tipo arrecifal. F-1118.

Arcillas pardo-rojizas meteorizando pardo, con laminaciones limoníticas, arenáceas, microfosilíferas. F-1119.

Caliza microgranular, pardo-naranja meteorizando negro, arenácea, con vetas de calcita, macro- y microfosilífera. F-1120.

Arcillas limoníticas como antes.

Arenisca micácea, de grano fino, amarillo naranja y violeta meteorizando gris amarillento, laminada, ferruginosa. F-1121.

Arcillas blandas, pardo-amarillentes, meteorizando pardo.

Caliza ferruginosa, arenácea, pardo naranja meteorizando pardo oscuro, macro- y microfosilífera. F-1122.

Arcillas blandas, pardo-amarillentas, meteorizando pardas, microfosilíferas. F-1123.

Coquina de Pecten, pardo rojiza meteorizando negro, algo arenácea, macro- y microfosilífera. F-1124.

Arcillas como antes.

Marga calcárea, pardo-amarillenta clara meteorizando negro, algo arenácea, macro- y muy microfosilífera. F-1125.

Lutitas verde grisáceo y pardas meteorizando gris y naranja, ferruginosas, pasando a arcillas calcáreas, microfosilíferas, pardo claras meteorizando pardo claro. F-1126, F-1127.

Calizas gris-amarillenta, meteorizando gris oscuro con superficie ahuecada, algo arenosa, microgranular, microfosilífera. F-1128.

Arcillas como antes.

Arenisca pardo-rojiza meteorizando negro, de grano fino, ferruginosa. F-1129.

- 376-390 mts. Arcillas como antes.
- 390-394 mts. Caliza pardo-amarillenta meteorizando gris oscuro a negro, algo arenosa, con vetas de cuarzo y calcita. Abundante Ostrea, microfosilífera. F-1130.
- 394-451 mts. Arcillas pardo-claras a grises, meteorizando pardo claro, algo ferruginosas, microfosilíferas. F-1131, F-1132.
- 451-460 mts. Margas pardo-amarillentas, meteorizando gris-oscuro, poco consolidadas, algo yesíferas, macro- y microfosilíferas. F-1133.
- 460-477 mts. Arcillas como antes.
- 477-479 mts. Marga pardo-naranja claro meteorizando gris oscuro, poco consolidada, yesífera, muy microfosilífera. F-1134.
- 479-499 mts. Lutitas gris claras, con manchas naranja, meteorizando gris, microfosilífera. F-1136.
- 499-502 mts. Marga pardo-amarillenta clara, meteorizando gris oscuro, algo arenácea, poco consolidada, macro- y microfosilífera. F-1135.
- 502-506 mts. Lutitas como arriba.
- 506-508 mts. Marga pardo-naranja, meteorizando igual, poco consolidada, muy macro- y microfosilífera. F-1137.
- 508-537 mts. Lutitas, gris-verdosas a gris-azuladas, meteorizando gris-amarillento, microfosilíferas, bien laminadas. F-1138, F-1139, F-1140.
- 537-545 mts. Margas pardo-rojizas, meteorizando pardo claro, macro- y microfosilíferas, pasando a lutitas calcáreas grises que meteorizan gris-amarillento, microfosilíferas, intercaladas. F-1141, F-1142.
- 545-549 mts. Caliza margosa, pardo-amarillenta clara meteorizando gris oscuro, macro- y microfosilífera. F-1143.
- 549-600 mts. Arcillas pardo-claras a grises-parduzcas meteorizando pardo-rojizo, compactas, microfosilíferas. F-1144, F-1145.
- 600-607 mts. Arenisca pardo-rojiza meteorizando gris-rojiza, de grano fino, micácea, ferruginosa, friable. F-1146.
- 607-690 mts. Arcillas gris-pardas, meteorizando pardo, compactas, blandas.
- 690-700 mts. Caliza pardo-rojiza clara a gris, meteorizando gris-rojizo oscuro con superficie ahuecada, macro- y microfosilífera, localmente margosa (Caliza de Las Trincheras, miembro Mataruca). F-1147.

ZONA I
SECCION COLUMNAR DE LA FM. CAUJARAO
EN EL ANTICINAL DE LA VELA, EDO. FALCON.

THE JOURNAL OF CLIMATE

Arenisca calcárea, micáccea, grano fino a medio, parvito-arenífero meteorizando gris oscuro en bloques angulares, microfósilera.

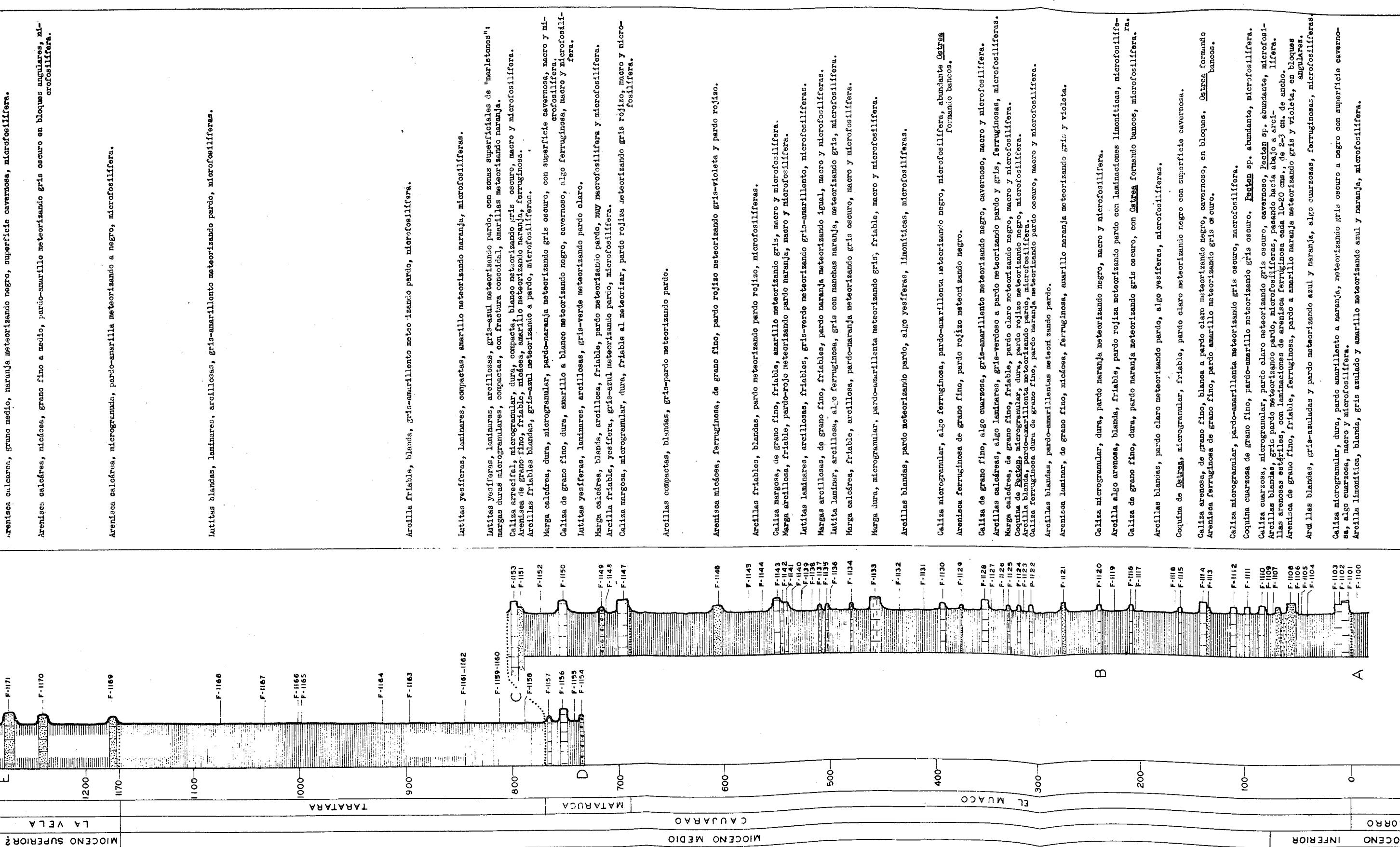


Fig. 3 - C. Petzall. Sección columnar de la formación Caujarao: litología, descripciones y localidad de las muestras.

Este miembro se distingue del miembro Mataruca suprayacente, porque éste último, en un espesor máximo de 115 metros, contiene tres capas de calizas que son más espesas y más resistentes a la erosión que las calizas similares más delgadas dentro del miembro El Muaco. El contacto se coloca en la base de la primera caliza prominente que ocurre después del intervalo arcilloso del tope del miembro El Muaco. Este contacto fué determinado únicamente en la sección A-B-C, ya que dentro de la sección D-E, el estudio fué iniciado dentro del miembro Mataruca. El contacto es concordante.

El contacto con la formación Socorro en la base de este miembro, se coloca en la base de la caliza que aflora en la propia cresta del anticlinal de La Vela, caracterizada localmente por la abundancia de Turritella altilira. El criterio lítológico no fué establecido en el campo, ya que era uno de los datos dados en el presente trabajo. Este contacto también es concordante.

El miembro El Muaco se correlaciona aproximadamente con el miembro Portachuelo definido por Payne en Portachuelo, 7 kilómetros al suroeste del campo de Cumarebo.

Como consecuencia de los estudios paleontológicos que se discutirán más adelante en detalle, a este miembro se le asigna una edad que va desde la parte superior del Mioceno Inferior, hasta la parte inferior del Mioceno Medio superior. En otros términos, se extiende desde el tope del Burdigaliense hasta el Tortoniense inferior. En términos de los pisos establecidos por Renz en Falcón Oriental la edad del miembro incluye la parte superior del Luciense Inferior y alcanza un punto indeterminado dentro del Luciense Superior (Figuras 3 y 6).

Miembro Mataruca

El miembro Mataruca es el miembro intermedio de la formación Caujara. Recibe su nombre del caserío de Mataruca, sobre la carretera La Vela-Cumarebo, 2.7 kilómetros al este de La Vela, donde aflora prominentemente la caliza del mismo nombre que ocurre en la parte superior del miembro.

En la sección estudiada, tiene un espesor máximo de 115 metros y fué medido completo en la sección A-B-C. En la sección D-E la medición se inició a partir de una marga fosilífera dentro del mismo miembro. Como horizonte correlativo en las dos secciones, se tomó la caliza prominente que en ambas yace encima de una marga muy macrofosilífera, y que tiene fauna y litología fácilmente reconocibles. Inicialmente eran estas margas las que se iban a tomar como horizontes equivalentes, pero en vista de que la sección de lutitas entre ellas y la caliza suprayacente era de espesor distinto en las dos secciones, y también considerando que hay indicios en el campo de que existen varias margas similares más o menos en el mismo nivel estratigráfico, se decidió usar la caliza como horizonte correlativo.

El miembro se caracteriza por la presencia de tres capas de caliza de hasta 8 metros de espesor cada una, interestratificadas con lutitas y margas muy macrofosilíferas. Estas calizas forman tres prominentes filas paralelas desde el caserío de Mataruca hacia el noreste.

Las rocas calcáreas forman el 19% del miembro, las arcillosas el 76.7%, y una sola arenisca, muestreada en Mataruca, representa el 4.3% restante del espesor del miembro.

Las calizas son microgranulares, localmente algo arcillosas, duras, compactas, macro- y microfosilíferas, de color gris-pardo cuando frescas, meteorizando a gris-

rojizo. Las superficies de meteorización son irregulares y a veces cavernosas.

Las arcillas son gris-azuladas, meteorizando en tonos pardos, a veces laminares, yesíferas y microfosilíferas.

Las margas son muy macro- y microfosilíferas, de colores pardos tanto con superficies frescas como meteorizadas, poco consolidadas y friables.

La arenisca es de grano fino, micácea, de color amarillo meteorizando naranja, y ferruginosa.

Descripción litológica detallada

Espesor en metros
encima de la forma-
ción de Socorro

607-690 mts.

690-700 mts.

700-713 mts..

713-716 mts.

733-736 mts.

716-748 mts.
736

748-755 mts.

755-763 mts.

763-766 mts.

766-788 mts.

788-790 mts.

Descripción litológica

Arcillas gris pardo, meteorizando pardo compactas, blandas (miembro El Muaco).

Caliza pardo-rojiza clara a gris, meteorizando gris-rojizo oscuro con superficie ahuecada, macro- y microfosilífera, localmente margosa (Caliza de Las Trincheras). F-1147.

Arcillas gris-azules meteorizando pardo, friables, yesíferas, microfosilíferas. F-1148.

Marga, parda meteorizando pardo, calcárea, arcillosa, friable, muy macro- y microfosilífera. F-1149.

Marga, parda meteorizando pardo, calcárea, arcillosa, friable, macro- y microfosilífera. F-1154.

Lutitas gris-verdes meteorizando pardo claro, yesíferas, bien laminadas. F-1155.

Caliza amarilla a blanca meteorizando negro, microgranular, algo ferruginosa, superficie ahuecada de meteorización, macro- y microfosilífera. (Caliza de Los Infiernitos). F-1150, F-1156.

Lutitas como antes.

Marga, pardo naranja meteorizando gris oscuro, con superficie ahuecada, microgranular, macro- y microfosilífera. F-1157.

Arcillas gris-azules meteorizando pardo, friables, blandas, microfosilíferas. F-1152.

Arenisca amarilla meteorizando naranja, de grano fino, micácea, algo ferruginosa. F-1151.

790-800 mts.

800-

Caliza blanca grisácea, meteorizando gris oscuro, microgranular, muy consolidada y dura, macro- y microfosilífera (Caliza de Mataruca). F-1153.

Lutitas y arcillas gris-azules meteorizando pardo, yesíferas, microfosilíferas. (Miembro Taratara). F-1158 y siguientes.

El criterio para distinguir este miembro del de El Muaco infrayacente se discute en la página 285. El contacto entre estos dos miembros es concordante.

El miembro Mataruca se diferencia del miembro Taratara suprayacente, porque éste último se compone de un espesor máximo de 400 metros de lutitas y arcillas con ausencia completa de calizas, margas o areniscas. El contacto superior del miembro Mataruca se coloca en el tope de la última caliza del miembro.

Este miembro es una unidad que probablemente no tiene valor sino en la región de La Vela. Su correlación con miembros definidos de la formación Caujarao en otras localidades es dudosa. Payne (86) considera la caliza de Cumarebo como el miembro intermedio de la formación Caujarao en la región de Cumarebo. Esta caliza es un solo arrecife de extensión lateral muy limitada. El nombre de "miembro de Corocoroto" fué dado por Payne a calizas detríticas, arcillas glauconíticas y arenas que según este autor yacen discordantemente encima de la caliza de Cumarebo, y no se encuentran sino donde ésta existe. Donde la caliza de Cumarebo está ausente, el miembro Portachuelo se encuentra directamente debajo de las lutitas de Turupia (nombre nuevo de Payne). La sección tipo de estas arcillas fué establecida cerca de Santa Rita al norte del extremo noreste del campo de Cumarebo. Allí la base de las arcillas no está bien definida. El parea al norte del caserío de Turupia, 3 kilómetros al este del segmento noreste del campo de Cumarebo, es el que propone Payne ahora como la mejor localidad, porque allí la arcilla pasa transicionalmente a la facies clástica del miembro Corocoroto.

González de Juana en 1937 (56) considera que la caliza de Cumarebo forma el tope de la formación Caujarao en esa región, y que las capas de Corocoroto suprayacentes pertenecen a la parte basal de la formación La Vela, basándose para ello en la discordancia entre la caliza de Cumarebo y las capas de Corocoroto. Según Payne: "... Estudios subsecuentes no sostienen este punto de vista ..." pero no da mayores detalles al respecto.

En ausencia de una solución clara de este problema, también nuestra correlación permanece dudosa. Si la interpretación de Payne es correcta, el miembro Mataruca probablemente equivale a la caliza de Cumarebo. Por el contrario, si seguimos a González de Juana, el miembro Mataruca no es sino un desarrollo localmente más prominente de las calizas del miembro Portachuelo de Payne en Cumarebo.

A raíz de los estudios paleontológicos que se detallarán más adelante, se le ha asignado a este miembro una edad Miocene Medio superior, sin llegar a incluir la parte más superior de esta subdivisión. Esto en otras palabras, equivale a una edad Tortoniana, posiblemente Tortoniana medio, en términos de pisos europeos, y Lutienense Superior según Renz (88). (Véanse Figuras 3 y 6).

Miembro Taratara

El miembro Taratara es el miembro superior de la formación Caujarao y tiene un espesor de 400 metros en la sección medida. Recibe su nombre del caserío de Taratara, situado 7 kilómetros al noreste del pueblo de La Vela, donde, según comunicación personal del Dr. González de Juana las rocas de este miembro tienen su desarrollo típico.

En esta sección se tomaron 10 muestras, todas de litología similar a la descrita arriba.

La naturaleza y localización del contacto entre este miembro y el infrayacente, han sido discutidas en la página 287 de este informe. El contacto del miembro Taratara con la formación La Vela suprayacente se coloca en la base de la primera arenisca calcárea de esta formación. En la sección medida, el contacto parece ser concordante. Su posición no coincide con la que muestra el mapa de la Estructura de La Vela preparada por estudiantes de Geología en 1948 (94). Allí el contacto se colocó en la base de la arenisca calcárea que forma la propia fila de La Campana, que en la sección medida por la autora corresponde a la muestra F-1171. El criterio que se usó entonces fué la aparición de lechos con Ostrea sp., que se consideraban restringidas a la formación La Vela. Este criterio no es válido desde el punto de vista de las reglas de nomenclatura estratigráfica, ya que es un criterio bio-estratigráfico en oposición a los caracteres litológicos y cartográficos que se deben utilizar para distinguir formaciones.

En el presente trabajo se decidió colocar el contacto entre las formaciones Caujarao y La Vela en el horizonte de cambio litológico, o sea, en la base de la primera arenisca calcárea que ocurre encima del miembro arcilloso de Taratara.

Como consecuencia del problema enunciado anteriormente, o sea, la discrepancia entre González de Juana y Payne respecto al tope de la formación Caujarao, el horizonte correlativo del miembro Taratara en la región de Cumarebo tampoco está bien establecido. Según Payne (86) sería equivalente directo de las lutitas de Turupia. Según González de Juana el miembro Taratara sería una facies arcillosa, equivalente lateral de la caliza de Cumarebo.

La microfauna de este miembro es considerablemente más pobre que la de los dos miembros anteriores. En la sección estudiada no hay macrofauna. Por correlación con faunas similares estudiadas por Renz (88) en Falcón Oriental, se ha establecido la edad de éste miembro como Mioceno Medio superior, o más precisamente, la parte superior del Tortoniano, equivalente a la parte superior del Luciense Superior de Renz (Figura VI).

En diversas publicaciones (93, 56, 97, 73), se le ha asignado a la formación La Vela una edad Mioceno Superior. En consecuencia y tentativamente la autora acoge esta determinación.

La sección columnar a escala 1:2,000 (Figura III) presenta de manera gráfica los resultados del estudio litológico. La formación en conjunto tiene 1,170 metros de espesor; los espesores máximos de los tres miembros suman 1,205 metros.

Mineralogía

Para el presente estudio se hicieron 16 separaciones de minerales pesados. El resultado de este trabajo se muestra gráficamente en la Figura 4).

La identificación de las especies minerales sugiere una fuente de sedimentos compuesta por rocas ígneas básicas y rocas metamórficas. Los minerales pesados identificados en las muestras de la formación Caujarao son todos del tipo llamado "estable". Los granos en general son subredondos, indicando que los sedimentos representan por lo menos el segundo ciclo sedimentario.

La mineralogía de las muestras tomadas en las areniscas calcáreas basales de la formación La Vela difiere considerablemente de la de la formación Caujarao. La ocurrencia frecuente de glaucofano y otros anfíboles igual que la abundancia de epidoto y zoisita en la base de la formación La Vela sugieren la influencia de una nueva fuente de sedimentos relativamente cercana ya que el glaucofano y los anfíboles en general son meta- o inestables.

El pronunciado cambio mineralógico confirma la posición del contacto entre las formaciones Caujarao y La Vela y se sugiere la posibilidad de que este cambio pueda ser un criterio válido también fuera de la sección estudiada.

Paleontología

El estudio de laboratorio comprobó que casi todas las muestras de la formación Caujarao eran fosilíferas. Las areniscas de la formación son estériles; por el contrario, las areniscas calcáreas de la base de la formación La Vela también son fosilíferas. Los fósiles hallados en las lutitas son generalmente foraminíferos, asociados a veces con menor número de ostracodos, micromoluscos, restos de equinoides, de crustáceos y de peces. En las calizas consolidadas la fauna es aun más variada ya que además abundan gasterópodos y pelecípodos en una matriz calcárea frecuentemente de origen orgánico, producida por crecimientos de algas calcáreas y en menor escala por corales.

En las margas la fauna es similar a la anterior, pero de estudio más fácil por la menor consolidación de la roca matriz.

La distribución de la microfauna y su abundancia en los distintos tipos de roca se muestran en el Cuadro de Distribución de Microfósiles (Figura 6).

La macrofauna es más abundante en algunas calizas que localmente tienen carácter de coquinas, y más variada en algunas margas.

Las lutitas y arcillas no son macrofosilíferas.

Macropaleontología

En la sección estudiada se tomaron 27 muestras macrofosilíferas, pero debido al estado de preservación de los fósiles y a la consolidación de la roca matriz, no se pudieron hacer determinaciones específicas sino en 14 de las muestras. Noventa especies y subespecies fueron identificadas por la autora.

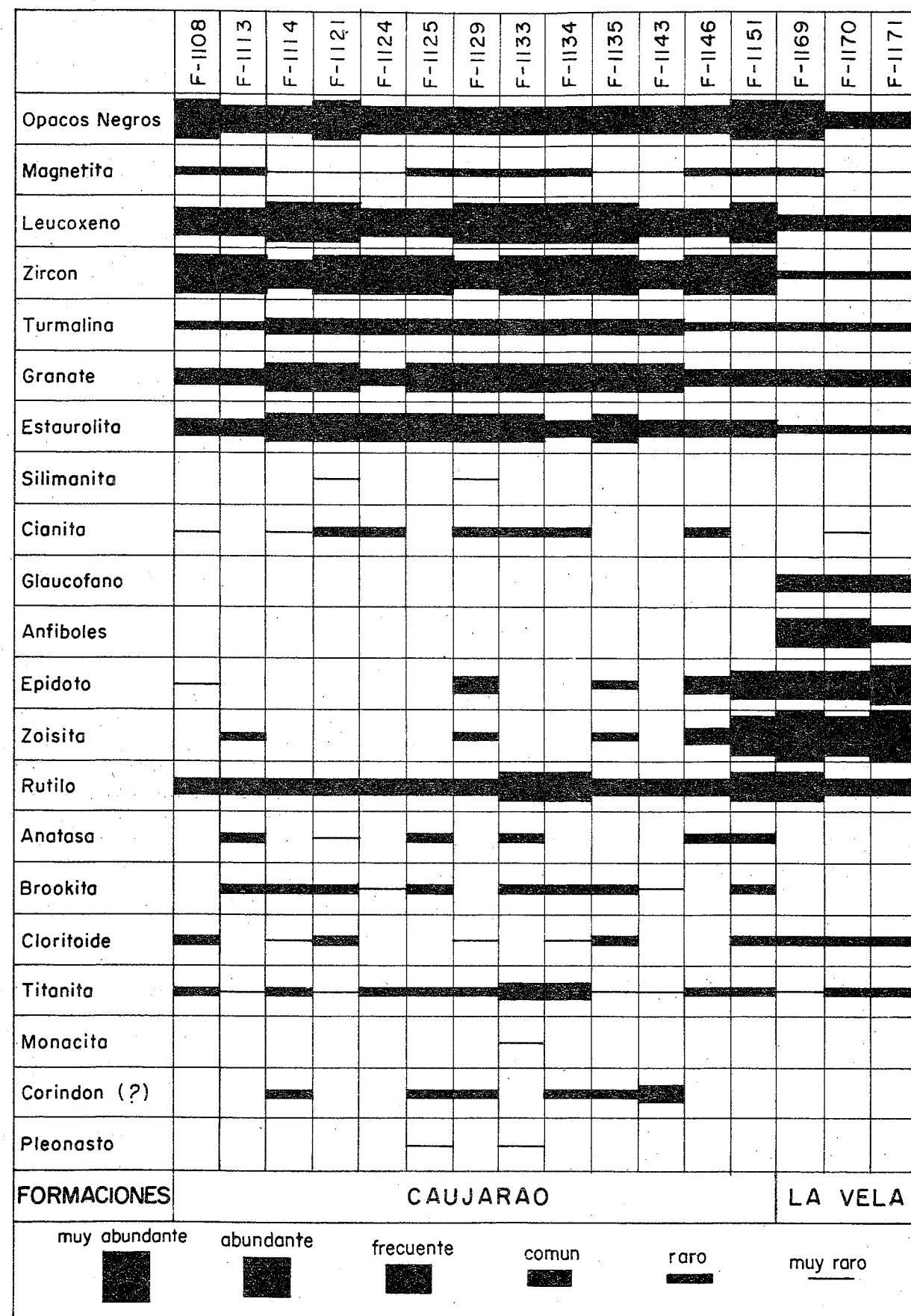


Fig. 4 - C. Petzall. Carta de distribución de minerales pesados.

Según J. Marks de la Creole Petroleum Corporation (75) la edad de esta fauna en conjunto es Mioceno Medio, y probablemente corresponde a la parte superior del Mioceno Medio, o sea, Tortonense en términos de pisos europeos. Para esta determinación el Dr. Marks se basa en el promedio de la extensión de las especies, en el porcentaje de las especies recientes presentes en la fauna fósil (74) y en menor grado, en la ocurrencia de especies conocidas de otras localidades. La extensión promedio de las especies es Mioceno Medio superior. Casi todas se han encontrado en Venezuela y otros países en estratos asignados al Mioceno Medio. Aproximadamente 18 de las especies son conocidas del Mioceno Inferior, mientras que 24 ocurren en el Mioceno Superior, y 12 viven actualmente. Estas últimas son:

- Anadara lienosa* (Say)
- Anomia simplex* d'Orbigny
- Arca occidentalis* Philippi
- Architectonica nobilis* Roeding
- Dosinia elegana* (Conrad)
- Laevicardium laevigatum* (Linné)
- Latirus infundibulum* (Gmelin)
- Ostrea puelchana* d'Orbigny
- Ostrea virginica* Gmelin
- Pecten circularis* Sowerby
- Polinices brunneus* (Link)
- Turritella variegata* (Linné)

Estas 12 especies forman el 13% de la fauna. Esta cifra cae entre el 9% de especies vivientes que se ha determinado para el promedio del Mioceno Medio, y el 19.5% determinado para el Mioceno Superior, con base en toda la fauna Terciaria conocida de Venezuela (74). Por consiguiente, la edad de la fauna es algo más joven que el medio del Mioceno Medio ("... slightly younger than the middle of the Middle Miocene ...").

Veinte especies ocurren en otros países. La mayor afinidad es con la formación Gurabo de Santo Domingo (Mioceno Medio) y la formación Gatún de Panamá y Costa Rica (Mioceno Medio). La proporción de especies conocidas de otros países es demasiado pequeña para establecer una correlación satisfactoria con alguna formación determinada. En general se sugiere una correlación con formaciones del Mioceno Medio de Colombia, Panamá, Costa Rica, Santo Domingo y Trinidad. La fauna parece representar una edad algo más antigua que la de la formación Bowden de Jamaica que es Mioceno Medio superior.

Los diversos conjuntos faunales representan variaciones menores dentro de un ambiente marino de aguas poco profundas en zona tropical. Algunos de los bancos de *Ostrea* pueden haberse formado en aguas salobres de la zona literal o nerítica superior. La mayoría de los conjuntos, sin embargo, se encuentran en estratos depositados en aguas marinas de salinidad normal en la zona nerítica superior, sobre fondo arenoso o arcilloso.

Estas consideraciones ecológicas fueron utilizadas, junto con otras derivadas del estudio de la microfauna para el trazado de la curva que muestra la profundidad del mar en tiempo Caujara (Figura 6).

Micropaleontología

En la sección estudiada, de un total de 71 muestras recogidas, 61 resultaron ser microfósilíferas. La autora estudió la microfauna de 53 de éstas. Las 8 restantes eran coquinas, cuya posible microfauna no pudo ser estudiada ya que la roca por su naturaleza no permitió preparar secciones finas ni separar la microfauna por lavado. 10 muestras en la sección resultaron ser estériles, 6 de las cuales eran areniscas y 4 lutitas o arcillas. Este número de muestras de lutitas y arcillas estériles representa menos del 10% del total de lutitas y arcillas muestreadas, o sea, que más del 90% de las lutitas y arcillas de la formación Caujarao son microfósilíferas en la sección estudiada. La autora tuvo oportunidad de estudiar muestras microfósilíferas de la formación Caujarao de otras localidades, y pudo comprobar que al menos en la región de Playa Negra, al Sur de La Vela, la microfauna parece ser más abundante, más variada y mejor preservada que la que se encuentra en la sección del anticinal de La Vela.

En general la microfauna es abundante y variada. En las muestras estudiadas se identificaron por lo menos 79 especies y subespecies diferentes de foraminíferos, y se constató la presencia de micromoluscos, dientes y escamas de peces, espinas de equinoideos, ostracodos, otolitos, briozoarios, corales y algas. La lista de esta microfauna, su distribución en las muestras y su abundancia pueden verse en el Cuadro de Distribución de Microfósiles (Figura 5).

Las extensiones de especies selectas y su significado en la correlación bio- y cronoestratigráfica se muestran en el Cuadro de Microfauna - Litología - Ecología (Figura 6).

Antes de discutir en detalle las conclusiones respecto a edad que se pueden obtener de las microfaunas, es prudente dejar sentado que la determinación de Mioceno Medio superior, derivada del estudio de los macrofósiles, tiene su mayor valor para los estratos del miembro Mataruca que contienen las mejores macrofaunas de la formación. Las determinaciones que se discuten en seguida incluyen toda la formación y confirmán la edad establecida por los macrofósiles dentro del miembro Mataruca.

Las dos publicaciones fundamentales desde el punto de vista micropaleontológico para Falcón Central y Oriental, son las de Senn ("Die stratigraphische Verbreitung der tertiaeren Orbitoiden, mit spezieller Berücksichtigung ihres Vorkommens in Nord-Venezuela und Nord-Marokko". - Eclog. Geol. Helvet., vol. 28, No. 1, pp. 51-373) y de Renz ("Stratigraphy and Fauna of the Agua Salada Group, State of Falcón, Venezuela" - Geol. Soc. Amer. Mem. No. 32, 219 pp., 1948).

Renz estudió en detalle el grupo Agua Salada de Falcón Oriental que incluye estratos que se extienden desde el Oligoceno Medio hasta el Mioceno Medio superior. La fauna abundante le permitió establecer no solamente zonas y zónulas sino también pisos en el Terciario Superior de esa región. En ausencia de otros estudios detallados, Renz restringe la validez de sus nuevas divisiones al área de lo que él llama "cuenca de Agua Salada". La sección de la formación Caujarao estudiada en La Vela, se encuentra a no más de 15 kilómetros fuera del límite de la cuenca de Agua Salada, como la muestra Renz (88, p. 2, fig. 1). Desde La Vela hasta las localidades-tipo de Renz en Pozón y Mene de Acosta, hay una distancia de 120 kilómetros, pero por otra parte, estas localidades-tipo están cerca del extremo sureste de la cuenca.

DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS
DE MICROFOSILES

LISTA ALFABETICA

Ammobaculites spp.	9
Amphistegina lessonii bordenensis	6
Angulogerina porreta fimbriata	64
Archaias angulatus	72
Bolivina advena	42
B. cf. cochlei	42
B. isidorensis	57
B. marginata multicostata	18
B. plicatella mera	41
B. simplex	32
Bulinimella basistriata nuda	10
Cancris panamensis	37
Cassidulina crassa	33
C. laevigata	26
C. laevigata carinata	24
Chilostomella czekanowskii	39
Cibicides americanus	77
C. carstenii	12
C. concentricus	68
C. floridanus	62
Cyclammina cancellata	55
Elphidium fimbriatum	66
E. poeyanum	69
E. sagrum	29
Eponides parantillorum	17
E. repandus	23
Globigerina altispira	73
G. bulloides	28
G. spp.	5
Globigerinoides rubra	8
G. sacculifera	27
G. trilobata	61
Globobulimina hawaii	25
Globorotalia canariensis	78
G. menardii	65
G. menardii miocenea	34
Gyroidina parva	40
Haplophragmoides carinatum	50
H. sp.	79
Liebusella pozonensis crassa	75
Miliammina fusca	74
Micogypsina sp.	11
Nonion incisum kerneris	2
N. sloani	48
Orbulina universa	16
Peneroplis proteus	4
Pyrgo spp.	71
Quinquelaculina lamarckiana	31
Q. poeyana	47
Q. semihula	46
Q. spp.	67
Russellia spinulosa	15
Robulus americanus	19
R. americanus spinosus	14
R. iotus	35
R. senni	60
Sigmoilina cibaoensis	15
S. spp.	53
Sphaerogypsina sp.	45
Sphaeroidinella rutschi	56
Spirolaculina spp.	51
Streblius beccaei sabrina	52
Textularia cf calva	30
T. conica	43
T. cf. leukosticta	43
T. panamensis	76
T. pozonensis	1
T. spp.	44
Textulariella barrettii	2
Triloculina sp.	59
Trochammina cf. pacifica	54
J. vigeziana cf. auberiana	3
J. isidorensis	58
J. sp. A	20
J. sp. B	21
J. sp. C	22
Vaginulihoplsis superbus	38
Vigilolina pontoni	36
V. (Virgulinella) miocenea	49
V. (Virgulinella) miocenea	63

abundante
común
raro
muy raro

MEMBROS

FORMAÇÃO EM SOCORRO

EL MUACO

MATARUCA TARATARA

LAMELLA

La autora calculó porcentajes ponderados de especies en común entre las microfaunas de la formación Caujarao en La Vela, y las publicadas por Renz de Agua Salada. Los altos porcentajes obtenidos justifican, a juicio de la autora, tanto la correlación como las determinaciones de edad basadas en las subdivisiones establecidas por Renz. Posiblemente el estudio detallado de más secciones de sedimentos de la misma edad y facies de la formación Caujarao permita confirmar las presentes conclusiones o conduzca al establecimiento de una zonación propia para esta formación.

En el presente estudio se establecen las siguientes edades geológicas:

- (1) Mioceno Inferior; Burdigaliense en términos de pisos europeos, o Luciense Inferior en términos de pisos de Falcón Oriental, para el tope de la formación Socorro y los primeros 75 metros de sección de la formación Caujarao.
- (2) Mioceno Medio inferior y base del Mioceno Medio superior; Helvetiense y Tortoniano inferior en términos de pisos de Europa o la parte inferior del Luciense Superior en términos de pisos de Falcón Oriental, para 655 metros de los Miembros El Muaco y Mataruca de la formación Caujarao comprendidos entre los 75 metros (límite inferior) y 730 metros (límite superior).
- (3) Mioceno Medio superior; Tortoniano en términos de pisos de Europa, o parte superior del Luciense superior en términos de pisos de Falcón Oriental, para los 440 metros superiores de los Miembros Mataruca y Taratara de la formación Caujarao comprendidos entre los 730 metros (límite inferior) y 1,170 metros (límite superior).

El contacto entre las formaciones Caujarao y La Vela basado en litología, se toma también como límite superior del Tortoniano con carácter dudoso, con base en la opinión mayoritaria que le asigna edad Mioceno Superior, Sarmatiense, a la parte inferior de la formación La Vela (93, 56). (Véase Figura 6).

La edad Mioceno Inferior de la parte basal del Miembro El Muaco de la formación Caujarao, se basa en la ocurrencia de Miogypsina sp. en la caliza basal de la formación. Según Renz (88, p. 146), Miogypsina sp. no ocurre en América en estratos más jóvenes que Mioceno Inferior. Este criterio moderno de Renz, en que sigue a Thalmann, difiere del de Senn, quien sosténía que el género Miogypsina ocurría en Falcón hasta dentro del Mioceno Medio inferior. Aún acogiendo el criterio de Renz, la presencia de Miogypsina en la caliza basal de la formación Caujarao en el anticlinal de La Vela, permite una correlación casi inmediata con la caliza de Dividive de la región de Cumarebo, considerada por Senn también como la caliza basal de la formación Caujarao. Con respecto a la caliza de Dividive, Senn dice:

"... En lo que concierne a los orbitoides, dos horizontes de calizas aparecen en la formación "Damsite" (Caujarao) entre Coro y Cumarebo, los cuales alcanzan gran desarrollo y espesor, en Falcón Oriental. En la base de la formación "Damsite" en Cumarebo, está la caliza de Dividive muy delgada y lenticular, la cual alcanza espesores de 10 metros en el pequeño arrecife de Lithothamnium en Dividive al sur-oeste de Cumarebo. Además de Lithothamnium contiene corales solitarios pequeños y abundante Amphistegina. En el escaso material de la localidad-tipo a mi disposición, creo haber visto también fragmentos de Miogypsina, pero desearía poder confirmar ésto en muestras..."

El estudio de las secciones finas de la caliza basal de la formación Caujarao en La Vela, muestra la siguiente fauna:

<i>Textularia</i> spp.	- raro
<i>Amphistegina</i> cf. <i>lessonii</i> d'Orbigny	- común
<i>Miogypsina</i> sp.	- raro
<i>Globigerina</i> spp.	- raro
<i>Micromoluscos</i>	- común
<i>Corales solitarias</i>	- común
<i>Lithothamnium</i> sp.	- abundante
Espinias de equinoideo	- raro

Senn extendía el género *Miogypsina* hasta el Mioceno Medio inferior porque ocurre en la caliza de Rieci que según Renz actualmente no se considera más joven que Miocene Inferior.

Aunque la última ocurrencia de *Miogypsina* es en la muestra F-1103 en el tope de la caliza basal de Caujarao, se ha asignado una edad Miocene Inferior a estratos suprayacentes hasta un horizonte entre las muestras F-1107 y F-1109, en el que se produce un cambio faunal significativo (véanse Figuras 5 y 6).

La edad Miocene Medio inferior y base del Miocene Medio superior: Helvetiense y Tortonense inferior, para los 655 metros siguientes de la formación Caujarao se basa en una correlación faunal con la zona de *Robulus senni* y la zónula de *Vaginulinopsis superbus-Trochammina cf. pacifica* de Falcón Oriental. Se hicieron cálculos de porcentajes de especies en común entre las respectivas zonas y zónulas establecidas por Renz, y partes correspondientes de la microfauna de la formación Caujarao. En estos cálculos se tomaron en cuenta algunas diferencias de nomenclatura y se procuró usar especies selectas de manera similar a Renz. Desde el principio la semejanza entre las faunas de la zona de *Robulus senni* y zónula *Vaginulinopsis superbus-Trochammina cf. pacifica* por un lado y las de la parte inferior y media de la formación Caujarao por otro fué aparente. No fué posible diferenciar dos unidades en la formación Caujarao que correspondieran justamente a esta zona y zónula de Renz. Sin embargo, tomado éstas en conjunto se obtuvieron los siguientes resultados:

Renz da una lista de alrededor de 60 especies y subespecies de foraminíferos selectos para sus dos unidades combinadas, que representa una microfauna que se debe calificar como muy variada. Alrededor del 50% de estas especies ocurren en la parte correlativa de la sección estudiada de Caujarao, pero es interesante observar que la representación común de especies de importancia estratigráfica es considerablemente mayor que la cifra anterior. Tomando la zona de *Robulus senni* por separado, la representación común es del mismo orden anterior, mientras que en la zónula de *Vaginulinopsis superbus-Trochammina cf. pacifica*, aumenta el porcentaje hasta alrededor del 70% de las especies seleccionadas por Renz. En ambos casos por lo menos el 75% de la microfauna de la parte correlativa de la formación Caujarao ocurre en las subdivisiones de Falcón Oriental.

La mayor afinidad con la fauna de la zónula de *Vaginulinopsis superbus-Trochammina cf. pacifica*, reflejada por los porcentajes, es máxima en el tope de la parte correlativa de la sección que corresponde al miembro Mataruca, donde ocurren ricas macrofaunas cuya edad corresponde estrechamente a la indicada por la microfauna.

La base de la sección que acabamos de discutir está definida por el cambio faunal que ha servido para delimitar el Miocene Inferior (párrafo 2). A los 730 metros (0 metros en la base de la formación Caujarao), ocurre un cambio faunal marcado por la desaparición de *Vaginulinopsis superbus*, *Robulus senni*, *Robulus americanus spinosus*, *Textularia pozonensis*, y la significativamente menor abundancia de otras especies de allí en adelante. Este punto sirve para separar la zona de *Robulus senni* - zónula

de *Vaginulinopsis superbus-Trochammina cf. pacifica* sin diferenciar, de la unidad siguiente.

Desde este punto en adelante, las microfaunas tanto de la formación Caujarao como las anotadas por Renz, son muy pobres. Nuevamente no es posible diferenciar, como lo hace Renz, entre las zónulas de *Textularia panamensis*, y de *Elphidium poevanum-Reussella spinulosa* (abreviadamente llamada de *Reussella-spinulosa* en el presente trabajo). Sin embargo, cálculos ponderados de porcentajes de microfaunas comunes muestran que no menos de las dos terceras partes de la microfauna seleccionada por Renz ocurren en la sección correspondiente de la formación Caujarao, y que alrededor del 80% de la microfauna de esta parte de Caujarao está representada en estas dos zónulas de Renz. Las extensiones de las especies usadas por Renz para nombrar estas dos zónulas no coinciden con las observadas en la sección estudiada, pero hay que considerar que la misma escasez de las faunas probablemente debida a condiciones ecológicas desfavorables, reduce la importancia de esta discrepancia. que no se considera como significativa.

El límite superior de estas zónulas sin diferenciar en la formación Caujarao coincide necesariamente con la desaparición de las microfaunas cerca de la base de la formación La Vela. Sin embargo, se ha extendido tentativamente el límite superior del piso Tortonense hasta el contacto litológico mismo entre las formaciones Caujarao y La Vela (véase pag. 295).

Renz (88, p. 77) difiere de este criterio, extendiendo su formación La Vela hasta incluir también el Tortonense. En vista del presente estudio, parece probable que Renz incluía los estratos del miembro Taratara dentro de la formación La Vela, lo cual podría quizás justificarse considerando el cambio litológico que ocurre en el contacto entre los miembros Mataruca y Taratara. Pero de la descripción de la sección tipo de la formación La Vela en la localidad-tipo, Quebrada La Vela, a no más de 300 metros al sur del extremo "E" de esta sección, se deduce que el contacto La Vela-Caujarao se colocó originalmente cerca de la Fila de La Campana, y que el actual miembro Taratara siempre ha sido considerado como parte de la formación Caujarao.

Del estudio de la microfauna de la formación Caujarao se obtienen las siguientes conclusiones sobre la ecología:

(1) La sedimentación de la formación Caujarao fué siempre en ambiente marino y generalmente en aguas de salinidad marina normal. En un pequeño intervalo cerca de la base de la formación, representado por las muestras F-1104, F-1105 y F-1106, ocurre una microfauna predominantemente arenácea, con *Miliammina fusca*, *Ammobaculites* spp. y *Trochammina cf. pacifica*, que indica un ambiente salobre, aunque la presencia de especies pelágicas marinas indica comunicación con el mar abierto. La litología de los estratos que se encuentran inmediatamente encima y debajo de este intervalo, que son respectivamente arenisca y caliza arrecifal de algas, hace suponer que los sedimentos de este intervalo de ambiente salobre fueron depositados en una laguna playera separada del mar abierto por arrecifes y con suficiente afluencia de agua dulce como para reducir la salinidad del agua.

(2) Las microfaunas de la sección estudiada indican que en tiempo Caujarao hubo algunas variaciones en la profundidad del mar en que se depositaron los sedimentos. Estas variaciones se muestran gráficamente en el Cuadro Microfauna - Litología - Ecología (Figura 6). Para el trazado de la curva de profundidades, se tomaron en consideración principalmente aquellas especies de foraminíferos cuya extensión de

profundidades ha sido determinada en regiones geográficamente cercanas y climatológicamente similares. Los datos más valiosos fueron tomados de Phleger y Parker (87).

Las variaciones locales en la primera parte de la curva se deben a la ocurrencia de calizas arrecifales de algas y corales y bancos de ostras, que no se forman sino dentro de límites restringidos de profundidad, temperatura y salinidad. La oscilación amplia indicada por la curva generalizada (líneas interrumpidas) refleja:

(a) - donde indica aguas más llanas, la existencia de un conjunto dominado desde el punto de vista ecológico por la ocurrencia de Elphidium sagrum, Eponides parentillarum y Nonion sloani, y

(b) - donde indica aguas algo más profundas, la existencia de los conjuntos microfaunales más abundantes y variados en la sección estudiada; en que junto con las especies anteriores y otras muchas, ocurren Cassidulina laevigata, Cassidulina crassa, Bolivina simplex, Uvigerina isidroensis, Cibicides floridanus, cuyos representantes recientes tienen un límite superior de ocurrencia de alrededor de 40 metros por debajo del nivel del mar. Las prominentes calizas del miembro Mataruca indican nuevamente profundidades menores.

La sección ininterrumpida de arcillas del miembro Taratara, contiene un intervalo representado por las muestras F-1161, F-1162, F-1163 y F-1164, en que la ocurrencia de Globobulimina bannai, Chilostomella czizckii, Liebusella pozonensis crassa y Haplophragmoides carinatum, junto con formas pelágicas, indica claramente profundidades mayores del orden de 200 metros. La presencia de areniscas calcáreas con Amphistegina sp. en la base de la formación La Vela nos induce a suponer una disminución gradual de profundidad desde la zona de aguas más profundas ya mencionada, hasta el tope de la formación Caujarao.

La naturaleza de los sedimentos de la formación Caujarao en la sección estudiada indica que fueron depositados en la plataforma continental, en mar abierto tropical, frente a una costa formada por rocas sedimentarias de bajo relieve.

Correlación

A juicio de la autora la edad de la formación Caujarao ha quedado adecuadamente establecida en el presente trabajo, y coincide muy aproximadamente con la edad asignada a esta formación en el "Cuadro de Correlación de las Formaciones Geológicas de Venezuela", preparado por el Comité de Geología del Congreso Venezolano de Petróleo en 1950, en que cooperaron representantes de todas las organizaciones particulares y oficiales interesadas en estos problemas.

Con base en este cuadro, la formación Caujarao en su conjunto es equivalente de la formación Urumaco de Paraguaná y Falcón Central y Occidental y equivalente en edad de:

- (1) Fm. La Villa - Los Ranchos de la Sierra de Perijá y el Área de Maracaibo;
- (2) Parte superior de la Fm. Lagunillas del subsuelo de los Campos Costaneros del Distrito Bolívar, Estado Zulia;
- (3) Parte media del Grupo Guayabo en la Concesión Barco, Colombia;
- (4) Parte media (Isnotú) del Grupo Betijoque en Táchira y Trujillo;

ZONA I

MAPA DE LOCALIZACION

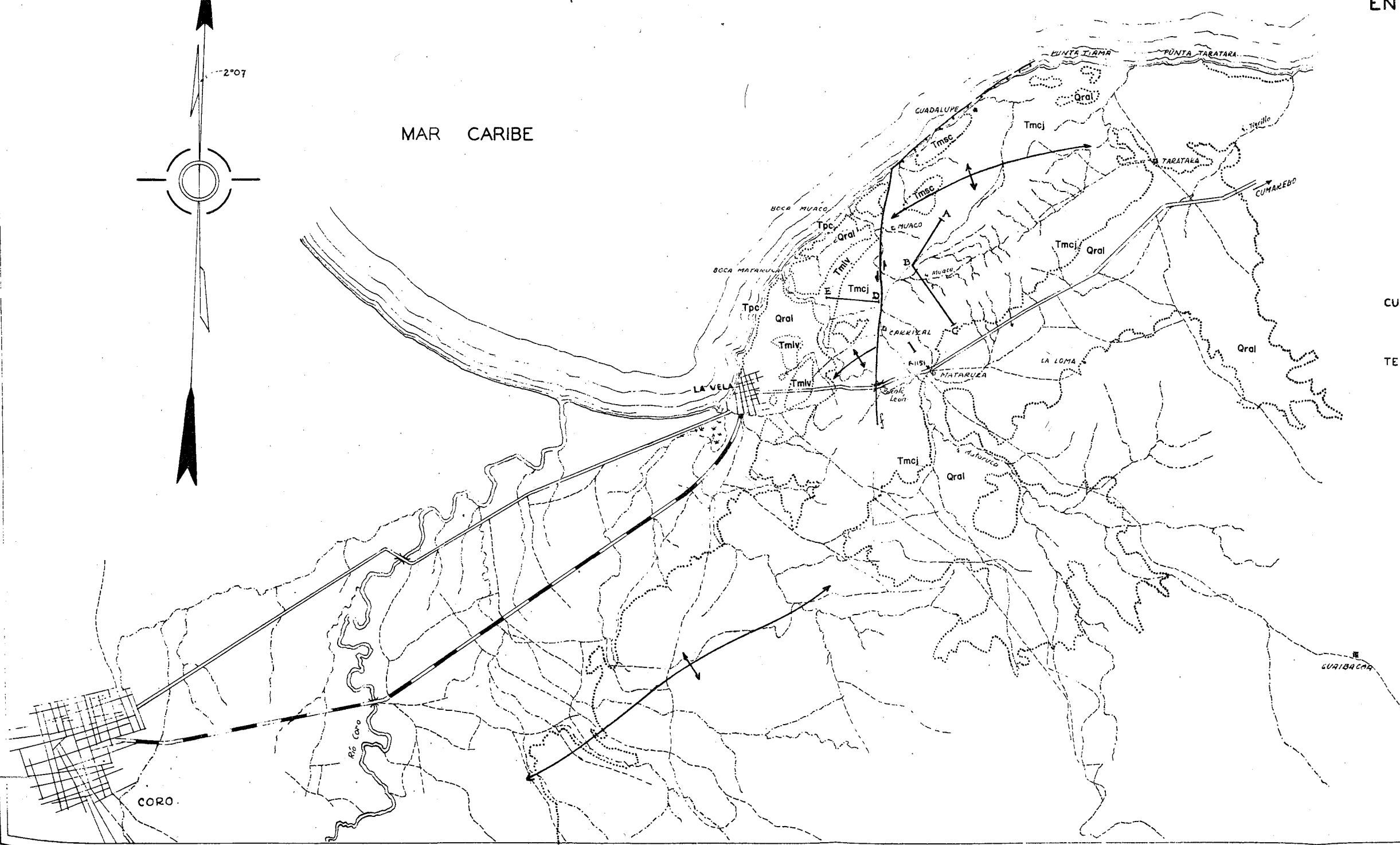
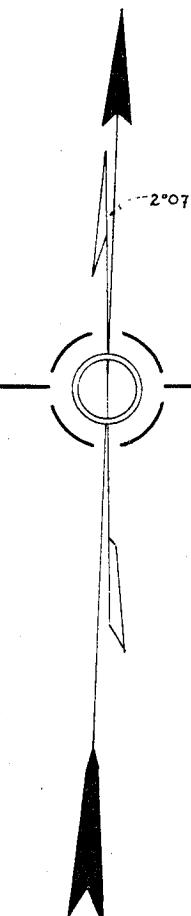
SECCION DE LA FM. CAUJARAO
EN EL ANTICLINAL DE LA VELA

ESCALA -



MARZO 1951

MAR CARIBE



CUATERNARIO

RECIENTE - ALUVION



TERCIARIO

PLIOCENO - FM. CORO



MIOCENO - FM. LA VELA



FM. CAUJARAO



FM. SOCORRO



Fig. 6 - C. Petzall. Sección de la formación Caujarao con comparación de la microfauna, litología y ecología.

OCCURRENCIA DE FORAMINIFEROS DE LA

FM. CAUJARAO EN EL AREA DEL CARIBE

Fig. 7 - C. Petzall. Ocurrencia de foraminíferos en la formación Caujara en el área del Caribe.

- (5) Parte superior del Grupo Parángula en los contrafuertes de Barinas;
- (6) Parte superior (Miembro de Arcillas de El Huso) de la Fm. Pozón del Grupo Agua Salada en Falcón Oriental;
- (7) Parte superior de la Fm. Quiamare, Grupo Santa Inés en la parte norte del Estado Anzoátegui;
- (8) Parte superior de la Fm. La Pica del subsuelo del área de Jusepín;
- (9) Parte media de la Fm. Freites de Anzoátegui Central y sur de Monagas.

Al escoger las determinaciones anotadas en el Cuadro mencionado, no se trata de implicar que éstas sean definitivas. El factor de incertidumbre inherente a estas determinaciones es aún más patente al estudiar las formaciones del Terciario Superior en el área del Caribe. La ocurrencia de foraminíferos de la formación Caujaraao en formaciones selectas del área del Caribe está resumida en el Cuadro de igual título (Figura 7).

Las mayores afinidades se observan con los miembros Navarro River y Los Atajos de la formación Brasso de Trinidad; formación Port-au-Prince de Haití; formaciones Buff Bay y Bowden de Jamaica; formaciones Mao, Gurabo y Cercado de Santo Domingo; formaciones Ganimar - La Cruz de Cuba, y las formaciones Oak Grove, Shoal River y Choctawhatchee de la Península de Florida. (Bibl. Nos. 4, 9, 20, 32, 35, 38, 43, 58, 59, 85).

Macrofaunas correlativas en el área del Caribe han sido anotadas en la página 291 de este informe, y son predominantemente las de la formación Gurabo de Santo Domingo y formación Gatún de Panamá y Costa Rica.

Estructura

Los sedimentos de la formación Caujaraao fueron depositados probablemente en una cuenca deposicional limitada al norte por afloramientos de rocas ígneas y metármicas y de sedimentos del Cretáceo en el área de Paraguaná - Curacao, y al sur por los levantamientos estructurales de San Luis-Churuguara donde afloran rocas del Eoceno y Oligoceno. Esta cuenca se abría al mar al noreste y estaba más restringida hacia el suroeste.

La compresión de esta cuenca, principalmente durante la orogénesis Andina, se realizó en forma de esfuerzos activos desde el sur hacia el norte donde se les oponía el macizo estable de Paraguaná. Los pliegues de La Vela y Cumarebo son evidencia de esta compresión, que es más patente en el anticlinal de La Vela que en el de Cumarebo.

La estructura de La Vela es propiamente un braquianticinal con una segunda cresta al norte del pliegue principal, originada por la falla de corrimiento de Guadalupe. El anticlinal está fallado al oeste por las fallas transversales de Carrizal y cierra normalmente hacia el este. La dirección del eje mayor es N 70°E y en los puntos de mayor levantamiento estructural afloran sedimentos de la formación Socorro.

La falla de corrimiento de Guadalupe aflora localmente en la playa al norte de la estructura y queda evidenciada por el carácter volcado de la cresta secundaria.

Las fallas transversales de Carrizal acompañan el corrimiento ya que son el medio de ajuste entre los diferentes bloques producidos por el avance "en echelon" del volcamiento y corrimiento. Estas fallas transversales de Carrizal tienen desplazamiento horizontal predominante, de modo que al correlacionar a través de ellas no existe el problema de pérdida o repetición de sección. Esta correlación, establecida antes del presente trabajo, quedó confirmada por este estudio estratigráfico.

Las secciones geológicas que acompañan este informe (Figuras 8 y 9) fueron preparadas siguiendo el método de Busk (7), lo cual debido a que las variaciones entre los buzamientos fueron pequeñas, no presentó problemas especiales. La correlación de estratos del miembro Mataruca a través de la falla de Carrizal se discute en detalle en la página 285 de este informe.

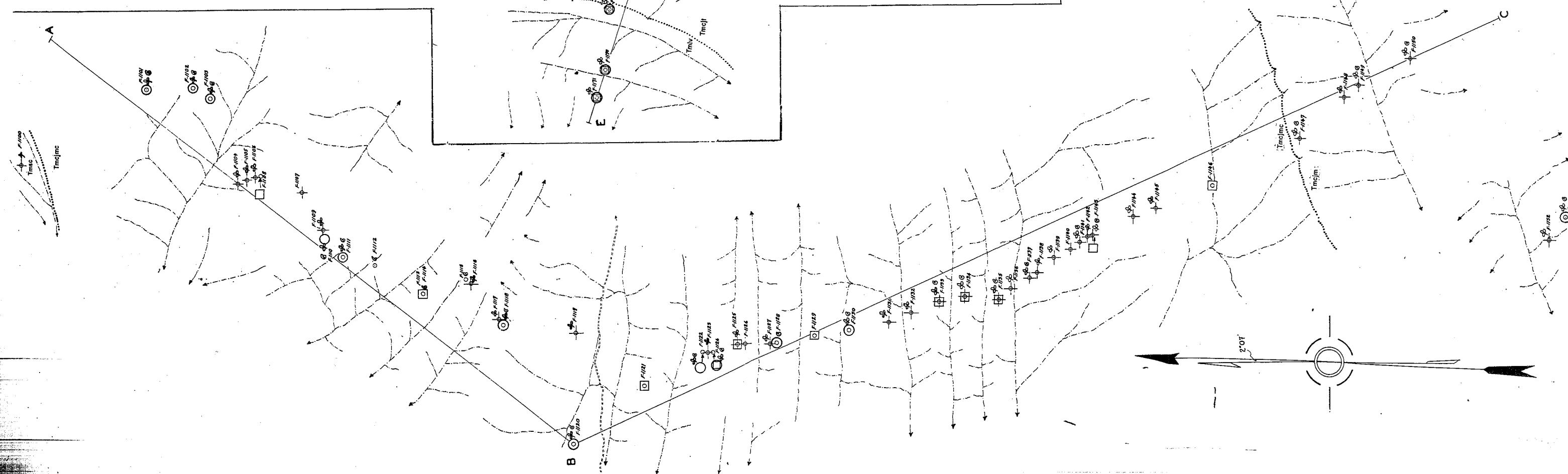
Historia Geológica

Prácticamente todos los estratos de la formación Caujaraao en la sección estudiada son fosilíferos. El estudio de la ecología de estas faunas y de la litología de los estratos muestra variaciones frecuentes y rápidas en el ambiente sedimentario, pero siempre de pequeña magnitud. Las mayores profundidades del agua durante el tiempo de deposición del miembro de arcillas de Taratara representan la variación más importante en tiempo Caujaraao. A pesar de que esta variación era del orden de 400 pies, la sedimentación de la formación siempre tuvo lugar en la zona nerítica, o sea, entre el nivel inferior de marea y los 600 pies de profundidad.

Las dificultades de correlación creadas por la aparición o desaparición de calizas arrecifales dentro de la sección (caliza de Dividive, caliza de Cumarebo, etc.), también se deben a variaciones menores en el ambiente sedimentario, favorables o desfavorables al desarrollo de estas rocas organógenas. En consecuencia, las conclusiones que podamos obtener acerca de la historia geológica durante el tiempo Caujaraao se limitan a que esta unidad fué depositada en la zona nerítica con variaciones menores de ambiente dentro de ella, y que probablemente no tuvieron significación desde el punto de vista de la identificación de movimientos orogénicos, o epeirogénicos, regresiones, transgresiones, etc.

Numerosos autores que han hecho estudios regionales del Terciario Superior en Falcón han publicado sus conclusiones acerca de la historia geológica reflejada por los estratos y la fauna. Senn, Wiedenmayer, González de Juana, Renz, Payne y el grupo de geólogos de la Convención Venezolana de Petróleo en 1951 han consignado sus valiosas conclusiones, que no necesitan ser repetidas aquí, ya que los resultados de este trabajo coinciden en general con los presentados por estos autores.

Fig. 8 - C. Petzall. Sección A-B-C de la formación Caujarao.



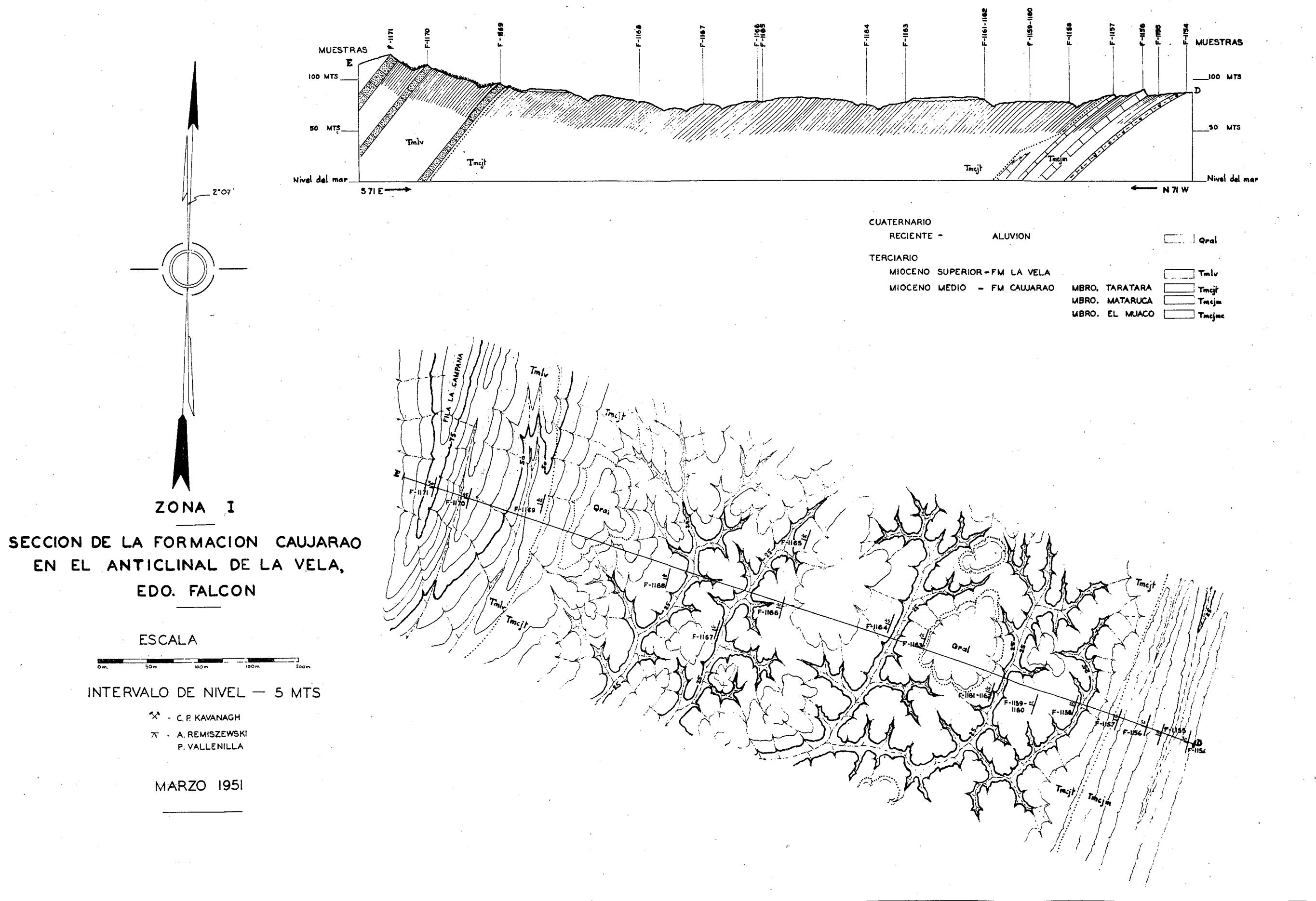


Fig. 9 - C. Petzall. Sección D-E de la formación Caujarao.

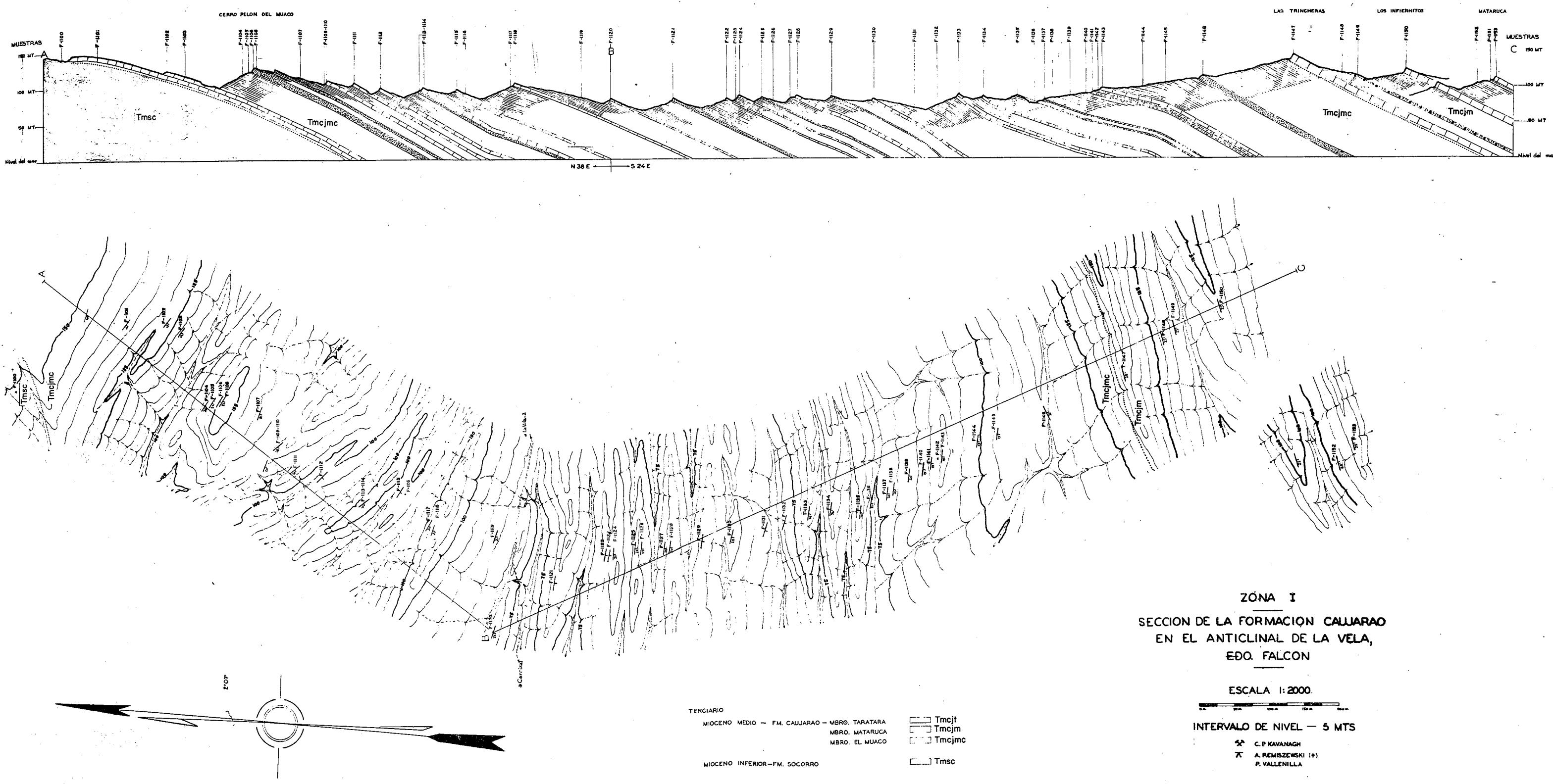


Fig. 10 — C. Petzall. Mapa de localización de muestras, sección A-B-C.

Bibliografía

- 1 Anderson, Frank M.
1929

Marine Miocene and Related Deposits of North Colombia.
Proc. Calif. Acad. Sci., 4th series, v. XVIII,
No. 4, pp. 73-213, pls. 8-23.
- 2 Aguerrevere, P. I.
1925

A New Pecten from Venezuela.
Bull. S. Calif. Acad. Sci., vol. 24, p. 2.
- 3 Barbat, W. F. &
von Estorff, F. E.
1933

Lower Miocene Foraminifera from the Southern San Joaquin Valley, California.
Journ. Paleo., vol. 7, No. 2, pp. 164-174,
fig. 1, pl. 23.
- 4 Bermúdez, P. J.
1949

Tertiary Smaller Foraminifera of the Dominican Republic.
Cushman Lab. Foram. Res. Sp. Publ. 25, 322 pp.,
26 pls., 6 figs.
- 5 -----
1950

Contribución al Estudio del Cenozoico Cubano.
Mem. Soc. Cub. Hist. Nat., vol. 19, No. 3,
pp. 205-375.
- 6 Brown, A. P. & Pilsbry, H.A.
1911

Fauna of the Gatún Formation, Isthmus of Panama.
Proc. Acad. Nat. Sci. Phila., pp. 336-374, pls.
22-29.
- 7 Busk, H. G.
1929

Earth Flexures.
Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 8 Cooke, C. W., Gardner, J.,
& Woodring, W. P.
1943

Correlation of the Cenozoic Formations of the Atlantic and Gulf Coastal Plain and the Caribbean Region.
Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 54, pp. 1713-1722,
1 pl.
- 9 Coryell, H. N & Rivero,
Frances
1940

A Miocene Microfauna of Haïti.
Journ. Paleo., vol. 14, No. 4, pp. 324-344,
pls. 41-44.
- 10 Cossmann, M.
1913

Etude Comparative des Fossiles Miocéniques.
Journ. de Conchylialogie, vol. LXI, p. 1.
- 11 Cushman, J. A.
1918

Some Pliocene and Miocene Foraminifera of the Coastal Plain of the U. S.
U. S. Geol. Surv. Bull. 676, 100 pp., 31 pls.
- 12 -----
1919

Fossil Foraminifera of the West Indies.
Carnegie Inst. Wash. Publ., pp. 23-71,
pls. 1-15.

- 13 Cushman, J. A. The Foraminifera of the Atlantic Ocean.
1921 U. S. Nat. Mus. Bull. 104, pts. 3-7.
- 14 ----- Foraminifera from the West Coast of Jamaica.
1922 Proc. U. S. Nat. Mus., vol. 59, No. 2360,
pp. 47-82, pls. 11-19.
- 15 ----- Some Textulariidae from the Miocene of California.
1925 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 1, No. 8,
pp. 29-43, pl. 5.
- 16 ----- Recent Foraminifera from British Columbia.
1925 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 1, No. 11,
pp. 36-44, pls. 6-7.
- 17 ----- The Genus Chilostomella and Related Genera.
1926 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 1, No. 17,
pp. 73-79, pl. 11.
- 18 ----- On Rotalia beccarii (Linné)
1928 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 4, No. 67,
pp. 103-107, pl. 15.
- 19 ----- Foraminifères du Stampion du Bassin de Paris.
1928 Extr. du Bull. de la Société des Sciences de Seine-et-Oise, 2e série, t. IX, pp. 47-63.
- 20 ----- A Late Tertiary Fauna of Venezuela and other related regions.
1929 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 5, No. 84,
pp. 99-101, pls. 12-14.
- 21 ----- A Monograph of the Foraminiferal Subfamily Virgulinidae.
1937 Cushman Lab. Foram. Res. Sp. Publ. 9, 228 pp.,
24 pls.
- 22 ----- Paleoecology of the Foraminifera.
1937 Rept. of the Comm. on Paleoecology, Natl. Res. Council, pp. 7-10.
- 23 ----- A Study of the Foraminifera contained in Cores from the Bartlett Deep.
1941 Amer. Journ. Sci., vol. 239, No. 2, pp. 128-147,
figs. 1-20, pls. I-6.
- 24 ----- The species described as Globigerina by d'Orbigny in 1826.
1941 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 17,
No. 228, pp. 38-42, pls. 10, 11.

- 25 Cushman, J. A. Foraminifera from the shallow water of the New England Coast.
1944 Cushman Lab. Foram. Res. Sp. Publ. 12,
pp. 1-37, pls. 1-4.
- 26 ----- The species of the subfamily Reussellinae of the foraminiferal family Buliminidae.
1945 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 21,
No. 267, pp. 23-54, pls. 5-8.
- 27 ----- The species of Globigerina described between 1839 and 1850.
1946 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 22,
No. 275, pp. 15-21, pls. 3-4.
- 28 ----- The genus Sigmoilina and its species.
1946 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 22,
No. 276, pp. 29-45, pls. 5-8.
- 29 ----- Foraminifera. Their Classification and Economic Use.
1948 4th Ed., Harvard Univ. Press.
- 30 Cushman, J. A. & Adams, B. C. New Late Tertiary Bolivina from California.
1935 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 11,
No. 154, pp. 16-20, pl. 3.
- 31 Cushman, J. A. & Bronnimann, P. Additional new species of arenaceous foraminifera from shallow waters of Trinidad.
1948 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 24,
No. 311, pp. 37-42, pls. 7-8.
- 32 Cushman, J. A. & Cahill, Edgar D. Miocene Foraminifera of the Coastal Plain of the Eastern U. S.
1933 U. S. Geol. Surv. Profes. Paper 175-A,
pp. 1-50, pls. 1-13.
- 33 Cushman, J. A. & Ellisor, Alva C. New species of Foraminifera from the Oligocene and Miocene.
1939 Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 15,
No. 203, pp. 1-14, pls. 1-2.
- 34 Cushman, J. A. & Ellisor, Alva C. The Foraminiferal Fauna of the Anahuac Formation.
1945 Journ. Paleo., vol. 19, No. 6, pp. 545-572,
pls. 71-78.
- 35 Cushman, J. A. & Jarvis, P. W. Miocene Foraminifera from Buff Bay, Jamaica.
1930 Journ. Paleo., vol. 4, No. 4, pp. 353-368,
pls. 32-34.

- 36 Cushman, J. A. & Kleinpell, R. M. 1934
New and unrecorded foraminifera from the California Miocene.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 10, No. 140, pp. 1-23, pls. 1-4.
- 37 Cushman, J. A. & Parker, Frances L. 1931
Miocene foraminifera from the Temblor of the East Side of the San Joaquin Valley, California.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 7, No. 99, pp. 1-16, pls. 1-3.
- 38 Cushman, J. A. & Ponton, G. M. 1932
The foraminifera of the Upper, Middle and part of the Lower Miocene of Florida.
Florida St. Geol. Surv. Bull. 9, pp. 1-147, pls. 1-17.
- 39 Cushman, J. A. & Renz, H. H. 1941
New Oligocene-Miocene foraminifera from Venezuela.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 17, No. 224, pp. 1-27, pls. 1-4.
- 40 Cushman, J. A. & Renz, H. H. 1947
The Foraminiferal Fauna of the Oligocene Ste. Croix formation of Trinidad, B. W. I.
Cushman Lab. Foram. Res. Sp. Publ. 22, 46 pp., 8 pls.
- 41 Cushman, G. A. & Stainforth, R. M. 1945
The foraminifera of the Cipero marl formation of Trinidad, B. W. I.
Cushman Lab. Foram. Res. Sp. Publ. 14, 74 pp., 16 pls.
- 42 Cushman, J. A. & Stevenson, F. V. 1948
A Miocene foraminiferal fauna from Ecuador.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 24, No. 316, pp. 50-75, pls. 9-12.
- 43 Cushman, J. A. & Todd, R. 1945
Miocene foraminifera from Buff Bay.
Cushman Lab. Foram. Res. Sp. Publ. 15, pp. 1-3, pls. 1-12.
- 44 Cushman, J. A. & Todd, R. 1941
Species of Uvigerina occurring in the American Miocene.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 17, No. 229, pp. 43-52, pls. 12-14.
- 45 Cushman, J. A. & Todd, R. 1946
A Foraminiferal Fauna from the Byram marl at its type locality.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 22, No. 280, pp. 76-102, pls. 13-16.
- 46 Cushman, J. A. & Todd, R. 1949
Species of the genus Chilostomella and related genera.
Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 25, No. 331, pp. 84-99, pls. 15-16.

- 47 Cushman, J. A. & Valentino, W. W. 1930
Shallow water foraminifera from the Channel Islands of Southern California.
Contr. Dept. Geol. Stanford Univ., vol. 1, No. 1, 51 pp., 10 pls.
- 48 Dall, W. S. 1890-92
Contributions to the Tertiary Fauna of Florida.
Wagner Free Inst. Sci., Phila., vol. 3.
- 49 Davies, A. M. 1935
Tertiary Faunas. - Vol. I: The Composition of Tertiary Faunas; Vol. II: The Sequence of Tertiary Faunas. Thos. Murby & Co., London.
- 50 Ellis, B. F. & Messina, A. R. 1940
Catalogue of Foraminifera.
Amer. Mus. Nat. Hist. Sp. Publ., Vols. 1-40.
- 51 Galloway, J. J. & Hemmings, C. E. 1936
The Tertiary Foraminifera of Porto Rico.
Sci. Surv. Porto Rico & Virgin Islands. N. Y. Acad. Sci., vol. 3, pt. 4, pp. 275-491, pls. 1-36.
- 52 Garner, A. H. 1926
Suggested Nomenclature and Correlation of Geological Formations in Venezuela.
Trans. Inst. Min. Eng., pp. 677-684.
- 53 Gardner, Julia 1926
The Molluscan Fauna of the Alum Bluff of Florida.
U. S. Geol. Surv. Profes. Paper, 142-A.
- 54 ----- 1945
Mollusca of the Tertiary formations of Northeast Mexico.
Geol. Soc. Amer. Mem. 11, pp. 1-332, pls. 1-27.
- 55 Glaesener, M. F. 1948
Principles of Micropaleontology.
John Wiley & Sons, Inc., N. Y.
- 56 González de Juana, C. 1937
Geología General y Estratigrafía de la región de Cumarebo, Estado Falcón.
Bol. Geol. & Min., Tomo I, Nos. 2, 3 & 4, pp. 183-217, 7 lam.
- 57 ----- 1938
Contribución al Estudio de la cuenca sedimentaria Zulia-Falcón.
Bol. Geol. & Min., Tomo II, Nos. 2, 3 & 4, pp. 123-138, 3 lam.
- 58 Goudkoff, P. G. & Porter, W. W. 1942
Amoura Shale, Costa Rica.
Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 26, No. 10, pp. 1647-1655.
- 59 Hadley, W. H. 1934
Some Tertiary Foraminifera from the North Coast of Cuba.
Bull. Amer. Paleo., vol. 20, No. 70-A, pp. 107-144, pls. 12-16.

- 60 Hedberg, H. D.
1934 Some Recent and Fossil Brackish to Fresh Water Foraminifera.
Journ. Paleo., vol. 8, No. 4, p. 469.
- 61 -----
1937 Foraminifera of the Middle Tertiary Carapita formation of Northeast Venezuela.
Journ. Paleo., vol. 11, No. 8, pp. 661-697, pls. 90-92.
- 62 -----
1948 Time-stratigraphic classification of sedimentary rocks.
Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 59, No. 5, pp. 447-462.
- 63 Hedberg, H. D. &
Hedberg, F.
1945 *Bibliografía e índice de la Geología de Venezuela.*
Revista de Fomento, Nos. 58-59, Año VII.
- 64 Hodson, F.
1926 Venezuelan and Caribbean Turritellas.
Bull. Amer. Paleo., vol. 11, No. 45, pp. 3-50.
- 65 Hodson, F. &
Hodson, H. K.
1931 Some Venezuelan Mollusks.
Bull. Amer. Paleo., vol. 16, No. 59, pp. 1-94, pls. 1-24, No. 60, pp. 95-132, pls. 25-36.
- 66 Hodson, F. & H. K. &
Harris, G.
1927 Venezuelan and Caribbean Mollusks.
Bull. Amer. Paleo., vol. 13, No. 49, pp. 1-80, pls. 1-40.
- 67 Hoffmeister, W. S.
1938 Aspect and zonation of the Molluscan Fauna in the La Rosa and Lagunillas formations, Bolívar Coastal Fields, Venezuela.
Bol. Geol. & Min., tomo II, Nos. 2, 3 & 4, pp. 103-122.
- 68 Kleinpell, R. M.
1938 Miocene Stratigraphy of California.
Amer. Assoc. Pet. Geol. Publ., 450 pp., 22 pls., 18 tables, 14 fgs.
- 69 Krumbein, W. C. &
Pettijohn, F. J.
1938 Manual of Sedimentary Petrography.
D. Appleton-Century Co., N. Y., 234 pp.
- 70 Krumbein, W. C. &
Sloss, L. L.
1951 Stratigraphy and Sedimentation.
W. H. Freeman & Co., San Francisco, Calif., 497 pp.
- 71 Lahee, F. H.
1941 Field Geology.
McGraw-Hill Book Co., N. Y., 853 pp.
- 72 Lalicker, G. &
McCullough, I.
1940 Some Textulariidae of the Pacific Ocean.
Allan Hancock Pacif. Exped., vol. 6, No. 2, pp. 115-143, pls. 13-16,
Univ. South. Calif. Press.

- 73 Liddle, R. A.
1946 *The Geology of Venezuela and Trinidad.*
Paleontol. Res. Inst., pp. 1-890.
- 74 Marks, J. G.
1951 Especies Vivientes de Moluscos que se encuentran en las formaciones Terciarias de Venezuela.
Acta Cient. Venez., vol. 3, No. 4, p. 135.
- 75 -----
1953 Discussion of a List of Macrofossils from the Caujara Formation.
Lab. Contr. Geol. Creole Pet. Corp. Spec. Rept. m.s.
- 76 Marks, Peter
1951 A Revision of the smaller foraminifera from the Miocene of the Vienna Basin.
Cushman Found. Foram. Res., vol. 2, No. 29, pp. 33-73, pls. 5-8.
- 77 Maury, C. J.
1920 Tertiary Mollusca from Porto Rico.
Sci. Surv. Porto Rico a Virgin Islands, N. Y. Acad. Sci. Publ., vol. 3.
- 78 -----
1925 A Further Contribution to the Paleontology of Trinidad.
Bull. Amer. Paleo., vol. 10, No. 42, pp. 7-250, pls. 1-43.
- 79 Milner, H. B.
1940 Sedimentary Petrography.
Thos Murby & Co., London.
- 80 Minist. Minas e
Hidrocarburos de Venezuela
1951 National Petroleum Convention - Text of Papers Presented.
Banknote Printing Co., Tulsa, Oklahoma, U. S. A. 419 pp.
- 81 Natland, M. L.
1933 The temperature and depth distribution of some Recent and Fossil Foraminifera in the South California region.
Scripps Inst. Oceanog. Bull., vol. 3, No. 10, pp. 225-230.
- 82 Olsson, A. A.
1922 The Miocene of Northern Costa Rica.
Bull. Amer. Paleo., vol. 9, No. 39, pp. 1-168, pls. 1-33.
- 83 -----
1932 Contributions to the Tertiary Paleontology of Northern Perú. - Pt. 5: The Peruvian Miocene.
Bull. Amer. Paleo., vol. 19, No. 68, pp. 1-216, pls. 1-24.
- 84 Palmer, Dorothy K.
1941 Foraminifera of the Upper Oligocene Cojimar formation of Cuba.
Mem. Soc. Cub. Hist. Nat., vol. 14, Nos. 1, 2, 4; vol. 15, Nos. 2, 3.

- 85 Palmer, Dorothy K.
1945 Notes on the foraminifera from Bowden, Jamaica.
Bull. Amer. Paleo., vol. 29, No. 115, pp. 5-78,
pls. 1-2.
- 86 Payne, A. L.
1951 Cumarebo Oil Field, Falcón, Venezuela.
Bull. Amer. Assoc. Pet. Geol., vol. 35, No. 8,
- 87 Phleger, F. B. &
Parker, Frances L.
1951 Ecology of Foraminifera, Northwest Gulf of
Mexico.
Geol. Soc. Amer. Mem. 46, 146 pp., 22 pls., 33
figs., 37 tables.
- 88 Renz, H. H.
1948 Stratigraphy and Fauna of the Agua Salada Group,
State of Falcón.
Geol. Soc. Amer. Mem. 32, 219 pp., 12 pls., 15
figs., 19 tables.
- 89 Rutsch, R. F.
1930 Einige interessante Gastropoden aus dem Tertiaer
der Staaten Falcon und Lara, Venezuela.
Eclog. Geol. Helv., vol. 23, p. 604.
- 90 -----
1934 Die Gastropoden aus dem Neogen der Punta Gavilan
Schichten in Nordvenezuela.
- 91 Schenk, H. G. &
Muller, S. W.
1941 Stratigraphic Terminology.
Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 52, pp. 1419-1426.
- 92 Schuchert, C.
1935 Historical Geology of the Antillean-Caribbean
Region.
John Wiley & Sons, Inc.
- 93 Senn, Alfred
1935 Die stratigraphische Verbreitung der tertiaeren
Orbitoiden, mit spezieller Berücksichtigung
ihres Vorkommens in Nord-Venezuela and Nord-
Marokko.
Eclog. Geol. Helv., vol. 28, No. 1, pp. 51-373.
- 94 Universidad Central de
Venezuela.
1948 Estudio del Anticlinal de La Vela, Estado Falcón.
Curso 20. Año Geología. m.s.
- 95 Weisbord, N.
1929 Miocene Mollusca from North Columbia.
Bull. Amer. Paleo., vol. 14, No. 54.
- 96 Wiedenmayer, C.
1924 Zur Geologie von Ost-Falcon (Nordwest Venezuela).
Eclog. Geol. Helv., vol. 18, No. 4, pp. 508-512.
- 97 -----
1937 Informe Geológico sobre los depósitos carboní-
feros de Coro, Distrito Miranda, Estado Falcón.
Bol. Geol. & Min., tomo I, No. 1, pp. 65-81.
- 98 Woodring, W. P.
1925 Miocene Mollusks from Bowden, Jamaica. Pt. I:
Pelecypods; Pt. II: Gastropods.
Carnegie Inst. Wash. Publs., Nos. 366 (222 pp.),
385 (564 pp.).

STUDY OF A SECTION OF THE CAUJARAO FORMATION
ACROSS THE LA VELA ANTICLINE, STATE OF FALCON

Abstract

A section of the Caujarao formation was measured and sampled across the southern flank of the La Vela anticline, to the northeast of La Vela de Coro, State of Falcón, during March and April of 1951. In this area the Caujarao formation has a thickness of 1170 meters and lies concordantly on the Socorro formation and below the La Vela formation.

The Caujarao formation is divided into three members. The El Muaco member, which is the lower member, has a thickness of 690 meters and is composed of fossiliferous limestones, fine-grained sandstones, fossiliferous marls and interbedded fossiliferous clays and shales. The age of this member ranges from the upper part of the Lower Miocene to the lower part of the upper Middle Miocene. The middle Mataruca member has a maximum thickness of 115 meters and is composed of three prominent limestone beds separated by interbedded, very fossiliferous shales and marls. The age of the Mataruca member is upper Middle Miocene. The upper part of the section, the Taratara member, has a thickness of 400 meters and is composed of microfossiliferous clays and shales of upper Middle Miocene age.

The source of sediments for the Caujarao formation was composed of basic igneous and metamorphic rocks, of which the Caujarao formation represents at least the second cycle of sedimentation. An important mineralogic change takes place between the Caujarao and the underlying La Vela formation.

Almost all of the formation is fossiliferous. Ninety species and subspecies of mollusks were determined and the age indicated by these megafossils, most of which occur on the Mataruca member, is upper Middle Miocene. In addition 79 species and subspecies of foraminifera were determined. This microfauna has been correlated with the following zones and zonules established by Renz for Eastern Falcón: (1) Robulus senni zone - Vaginulinopsis superbus - Trochammina cf. pacifica zonule (undifferentiated) and (2) Textularia panamensis zonule - Elphidium polyanum - Reussella spinulosa zonule (undifferentiated).

The fauna indicates sedimentation in the neritic zone of the open sea and tropical environment, with minor variations in water depth, which never exceeded the lower limit of the neritic zone.

Based on the age determination for the Caujarao formation, a correlation is indicated with the upper Pozon formation, Urumaco formation, upper Lagunillas formation and others of the same age in Venezuela and the Caribbean area.

The structure of the area is dominantly a wide anticline with a second crest to the north of the main crest, caused by the Guadalupe thrust fault. The anticline,