

Relaciones Estratigráficas de la Cuenca Apure/Llanos con Áreas Adyacentes, Venezuela Suroeste y Colombia Oriental

Gerald D. Kiser¹

Palabras Clave

Cuenca Apure/Llanos, Cuenca Barinas, Cuenca Maracaibo, Estratigrafía, Bioestratigrafía, Terciario, Cretácico, Correlaciones Regionales, Formación El Cobre.

Resumen

La exploración reciente en Táchira suministró información nueva, que permite integrar la geología casi desconocida de esta área con las cuencas Barinas, Apure/Llanos y Maracaibo. Las nuevas correlaciones resuelven algunos de los problemas geológicos existentes y ofrecen soluciones tentativas para otras.

Los sedimentos del Cretácico y Terciario, tienen espesores máximos de 1524 m y 7620 m, respectivamente. Las litofacies cretácicas, caracterizadas por cambios regionales graduales, se componen primordialmente de sedimentos de aguas marinas someras a continentales. Las correlaciones regionales de electrofacies y los fósiles diagnósticos permiten trazar los topes formacionales por largas distancias y determinar los cambios de facies. La secuencia Río Negro, Aguardiente, Escandalosa, Navay y Burgüita se trazan a través de las cuencas Barinas y Apure, y se correlacionan con la Formación Guadalupe (K-1, K-2, K-3) de la cuenca Llanos de Colombia.

La secuencia terciaria, discordante sobre el Cretácico, se caracteriza por diferencias importantes de litofacies, por el acuñamiento del Paleoceno, Eoceno inferior y medio, y por varias discordancias intra-terciarias. El arco Arauca juega un papel determinante en el desarrollo de los litofacies, pero la ausencia de fósiles del Post-Mioceno inferior no permite la definición de las relaciones bioestratigráficas entre Apure y áreas adyacentes. Sin embargo, se ha podido identificar:

- a) El acuñamiento estratigráfico del Paleoceno.
- b) La ausencia del Eoceno inferior y medio en el subsuelo de Apure/Llanos.

¹ GEO-EX, C.A. Asesor de CORPOVEN, S.A. Gerencia General de Geología, Ed. Petróleos de Venezuela, Torre Oeste, La Campaña, Apdo. 61373, Caracas 1060A, Venezuela.

No hubiera sido posible preparar este trabajo sin el apoyo total de la Gerencia General de Geología de CORPOVEN, S.A., especialmente de la Gerencia de Exploración, del personal de dibujo y reproducción y de la ayuda secretarial. A estos, les expreso mi amplia gratitud. Un agradecimiento especial merece Anton van Erve, del Laboratorio Estratigráfico de CORPOVEN, S.A., quien me asesoró en todas las relaciones de la estratigrafía regional y muy especialmente en los aspectos bioestratigráficos. Sin embargo, soy el único responsable por posibles errores en las relaciones lito- y bioestratigráficas expresadas. Extiendo mi gratitud también al Ministerio de Energía y Minas por su permiso de incorporar en este trabajo algunos datos tomados de informes inéditos, particularmente el de CORPOANDES-KOPEX (1981) referente al yacimiento carbonífero de Santo Domingo y los informes de los geólogos Ignacio Fierro y José Paredes de SERVIGEOMIN sobre la geología de superficie del área de la depresión Táchira. También le agradezco a la empresa ECOPETROL, de Colombia, su permiso de reproducir algunos perfiles eléctricos de los Llanos colombianos, y a Robertson Research (U.S.) Inc., el uso de algunos datos de la misma área.

- c) El acuñamiento erosional del Eoceno medio.
- d) La relación aparente del Eoceno superior-Oligoceno con arenas petrolíferas de Guafita-Caño Limón, y con el Eoceno superior en el depocentro Capitanejo.
- e) La relación del Mioceno inferior con la secuencia suprayacente a las arenas petrolíferas.
- f) La posible relación, sugerida por la sísmica, entre la Formación León y la Formación Parángula inferior.
- g) La posible relación del Mioceno medio(?) y tardío(?) con la primera molasa de Apure y la Formación Parángula superior de Barinas.
- h) La probable relación entre el Mioceno superior(?) - Plioceno(?) y la segunda molasa de Apure y la Formación Río Yuca de Barinas.

Se propone formalmente al nombre Formación El Cobre para indicar, en el depocentro Capitanejo, a la facies arenosa masiva del conjunto lutita Pagüey-arenisca Gobernador (Eoceno medio) de la cuenca Barinas.

Abstract

Recent exploration in southeastern Táchira provided new data allowing the almost unknown geology of the area to be integrated with the adjacent Barinas, Apure/Llanos and Maracaibo basins. These new correlations solve some of the existing geological problems and offer tentative solutions to others.

The Cretaceous and Tertiary sediments reach maximum thicknesses of 1524 m and 7620 m, respectively. The Cretaceous lithofacies, characterized by gradual regional changes, are composed principally of shallow marine to continental sediments. Facile electrofacies correlations and age-diagnostic fossils permit long distance correlations and definition of facies changes. The Río Negro, Aguardiente, Escandalosa, Navay and Burgüita sequences are traceable throughout the Barinas and Apure basins and are correlatable with the Guadalupe Formation (K-1, K-2, K-3) of the Llanos basin.

The Tertiary sequence, unconformably above the Cretaceous, is characterized by important lithofacies differences, by pinchouts of Paleocene and Lower to Middle Eocene, and by various intra-Tertiary diastems. The Arauca arch plays a determinative role in the development of Tertiary lithofacies, although the absence of age-diagnostic post-Lower Miocene fossils prevents definition of biostratigraphic relationships between Apure and adjacent areas. Nevertheless, it has been possible to identify:

- a) The eastward stratigraphic pinchout of the Paleocene.
- b) The absence of the Lower to Middle Eocene in the Apure/Llanos Basin subsurface.
- c) The southwestward pinchout of the Middle Eocene.
- d) The apparent identification of the Upper Eocene to Oligocene with oil sands of Guafita-Caño Limón, and with Upper Eocene beds in Capitanejo depocenter.
- e) The relationship between the León Formation and a Lower Miocene sequence overlying the oil sands.
- f) The possible relationship, suggested by seismic reflectors, between the León Formation and the lower Parángula Formation.
- g) The possible relationship of the Middle(?) to Upper(?) Miocene with the lower molasse of Apure and the lower Parángula Formation of Barinas.
- h) The probable relationship between the Upper(?) Miocene to Pliocene(?) and the upper molasse of Apure and the Río Yuca Formation of Barinas.

The name Cobre Formation is formally proposed to designate the massive sandy facies in the Capitanejo depocenter, of the combined Pagüey-Gobernador Formation (Middle Eocene) of the Barinas Basin.

Introducción

El incremento en la actividad exploratoria (perforación, sísmica, paleontología, palinología, sedimentología) a partir de 1979 en la cuenca Apure/Llanos (Figura 1) ha producido nuevos datos sobre sus relaciones estratigráficas con las cuencas Barinas y Maracaibo. Con los descubrimientos del campo Arauca en mayo de 1980, Caño Limón en julio de 1983, Guafita en marzo de 1984 y La Victoria en octubre de 1984, se hizo evidente la extrema importancia de las arenas basales del Terciario como objetivo principal de la exploración petrolera en la cuenca Apure (Venezuela)/Llanos (Colombia), el gran valor de los acumamientos erosionales y estratigráficos para el entramamiento de los hidrocarburos y, al mismo tiem-

po, la significación del arco Arauca como foco de importantes acumulaciones de petróleo. La finalidad de este trabajo es revisar la nomenclatura estratigráfica de las tres cuencas y, en base a los datos recientes, formular nuevos cuadros de correlación.

En la cuenca Barinas se utilizará la nomenclatura estratigráfica (i.e., FEO CODECIDO, 1969), con algunas modificaciones, ya conocida en diversas publicaciones; en la cuenca Apure/Llanos, se utilizará básicamente la nomenclatura de NOTESTEIN et al. (1944) establecida en la concesión Barco de Colombia, extendida al distrito Colón del estado Zulia en Venezuela, y extrapolada al afloramiento de la depresión Táchira y al subsuelo del área adyacente a la frontera colombo-venezolana. La estratigrafía del Pre-Cretácico aún no es bien conocida y no es objeto de esta revisión.

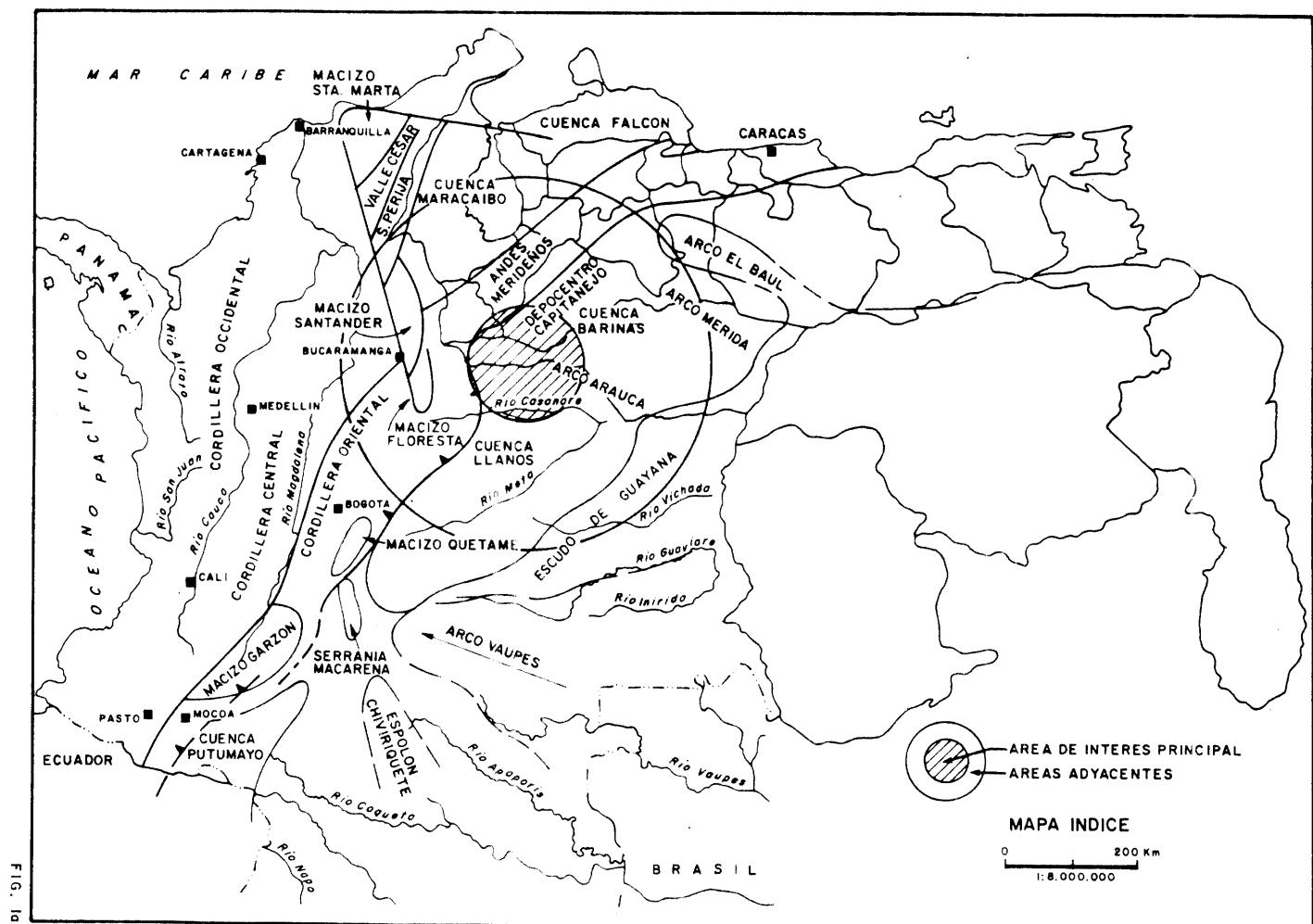


FIGURA 1a - Mapa índice

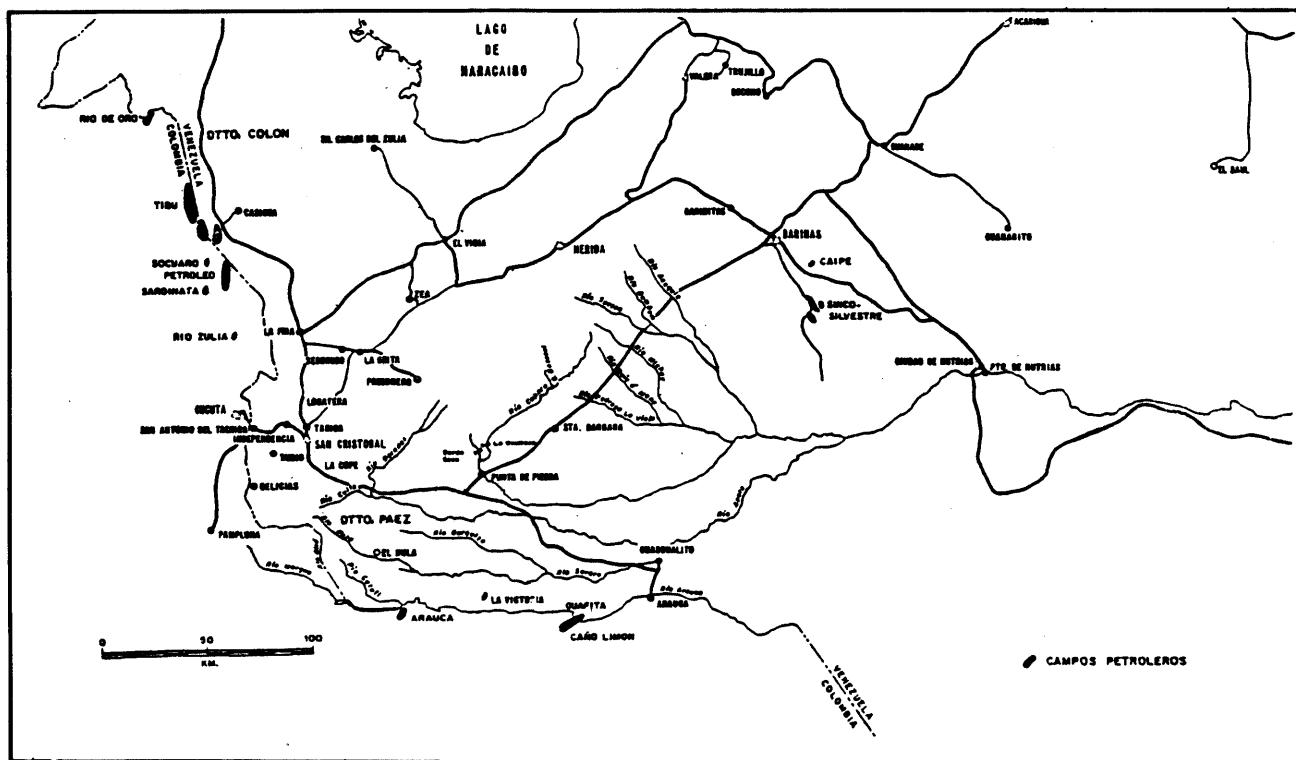


FIGURA 1b - Mapa índice geográfico-Venezuela

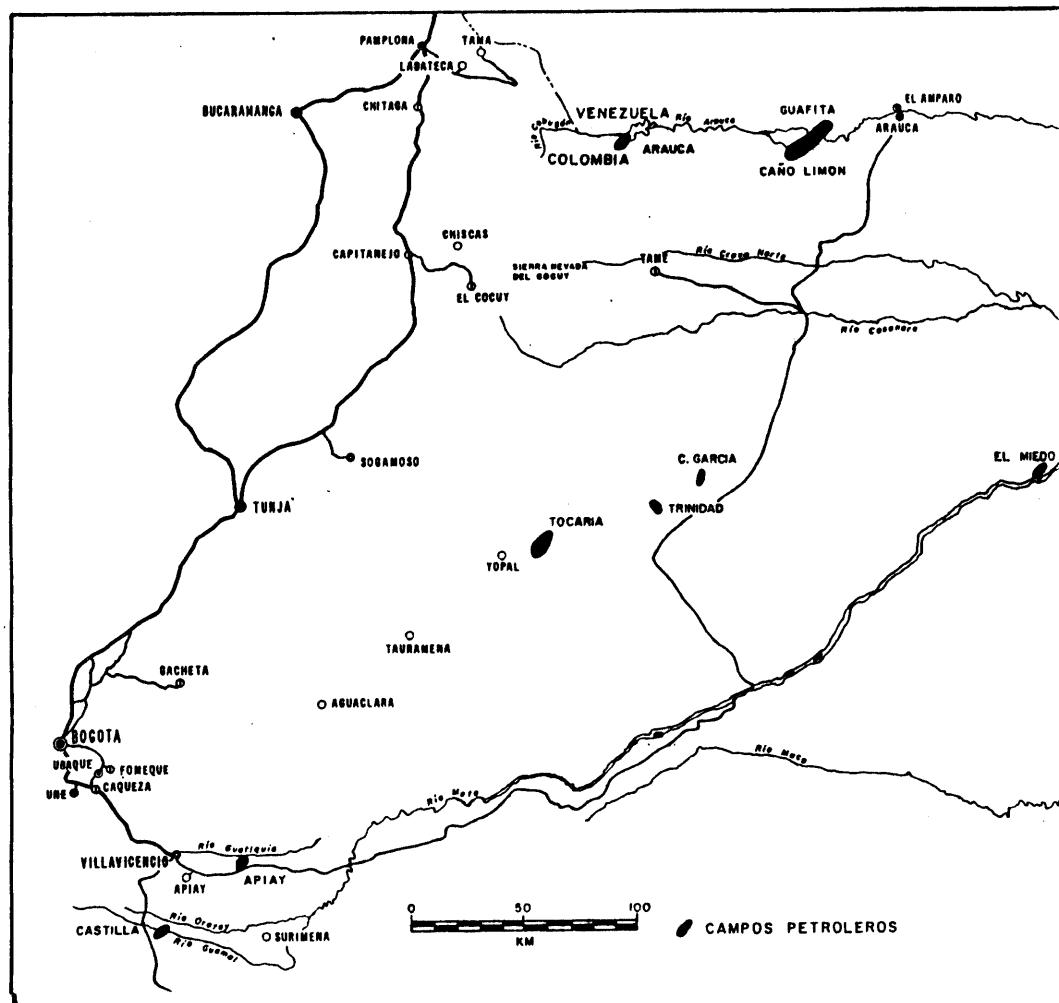


FIGURA 1c - Mapa índice geográfico-Colombia

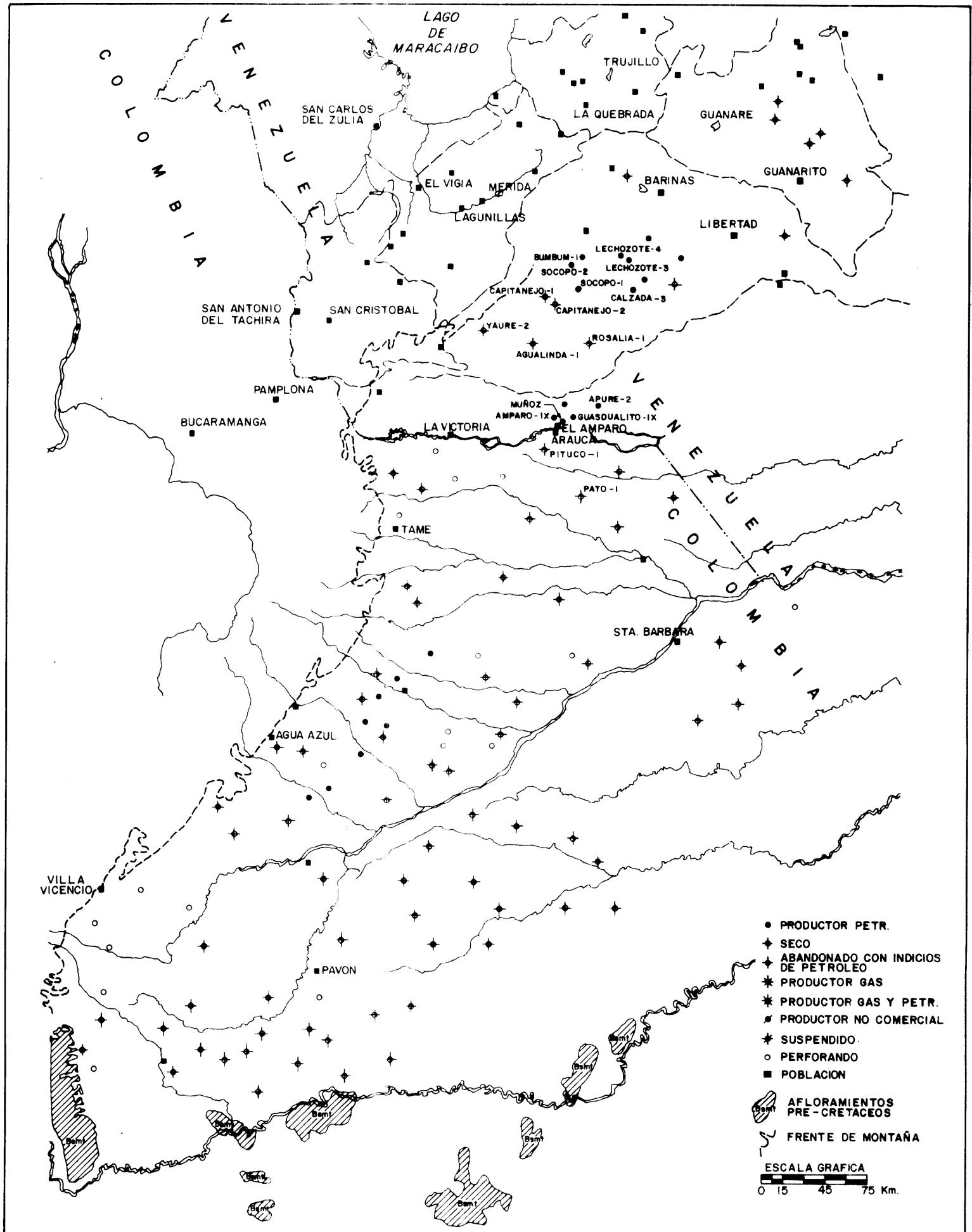


FIGURA 1d - Mapa índice de pozos

História Tectónica-Sedimentaria Regional

Las interrelaciones bio- y litoestratigráficas de las cuencas Barinas, Apure/Llanos y de Maracaibo dependen directamente de la evolución tectónica del norte de Sudamérica, que son relativamente sencillas en las formaciones cretácicas, pero se vuelven después progresivamente más complejas. Esta complejidad resultó de las interacciones entre los diversos eventos tectónicos y sedimentarios del norte de Sudamérica. Al acelerar la deriva de los continentes africano y americano a fines del Cretácico, las convergencias entre las placas del Caribe, Sudamérica, Atlántico y Pacífico formaron durante el Terciario complejos tectónicos progresivamente más intrincados. El principal macro-elemento de este tectonismo es el bloque del macizo Santa Marta; este bloque triangular, con relieve estructural del orden de los 12 190 m, es el producto del choque entre las placas de Sudamérica y Pacífico. La influencia tectónica del levantamiento de Santa Marta se extiende a todo el norte de Sudamérica desde Colombia hasta Trinidad, con un bascamiento general hacia el este de toda la región; los esfuerzos compresionales formados a su espalda originaron las numerosas subsidencias y levantamientos de magnitud menor que son las diversas cuencas sedimentarias terciarias y altos estructurales de Venezuela y áreas adyacentes. El incontenible empuje de Sudamérica hacia el contra-empuje de las placas del Pacífico culminó en el macizo Santa Marta. Más al este, las ondulaciones estructurales y grandes fallas transcurrentes destruyeron la gran cuenca "detrás-de-arco" del Cretácico, dando origen durante el Paleoceno al surco de flysch orientado este-oeste en la línea de convergencia entre las placas del Caribe y de Sudamérica. En el occidente de Venezuela, la epeirogenésis paleoceno, asociada al movimiento de placas, levantó suavemente el escudo Guayana, extendió los límites del escudo al oeste hasta la línea noreste-suroeste entre los campos Arauca y La Victoria, y al norte hasta aproximadamente el piedemonte actual de Barinas-Portuguesa, con un saliente "pre-arco Mérida" hacia el noroeste.

Entre el escudo Guayana y la cordillera Central-macizo Santa Marta, se formó una depresión noreste-suroeste, la cual fue ocupada por pantanos, lagunas y deltas tras el retiro de los mares cretácicos, representados por las formaciones Catatumbo, Barco y Los Cuervos del Grupo Orocué (Maastrichtiense-Paleoceno-Eoceno inferior). Esta cuenca paleocena tiene varios altos y bajos de orientación norte-sur se-

gún los isópicos regionales, con el eje de máxima sedimentación en el lineamiento La Grita-Santo Domingo-Saravena, y un eje secundario a través de Cúcuta-campo Río Zulia. Durante el Eoceno inferior se acentuó el levantamiento regional, exponiéndose el Grupo Orocué a la erosión brevemente antes de iniciarse el siguiente ciclo de sedimentación del Eoceno inferior y medio. Durante esta época, se formó un gigantesco complejo de clásticos fluviales-deltaicos que se extiende desde el flanco este de la cordillera Central-macizo Santa Marta, hasta el centro de las cuencas Maracaibo y Barinas, y en sentido norte-sur, desde la falla Oca hasta cerca de Villavicencio.

El eje de máximo espesor de la Formación Mirador es una línea norte-sur a través del campo Río de Oro, que gira al sureste cerca de Las Delicias, Táchira y está erosionada en el subsuelo de los Llanos colombianos, y en Apure al oeste de Guafita. Mirador reaparece en el depocentro Capitanejo como la Formación El Cobre, que se interdigita con la Formación Páguez en línea NNO-SSE a través del área de Lechozote-Calzada. La Formación Gobernador de la cuenca Barinas, equivalente a la parte basal de Cobre, aumenta su espesor hacia el norte desde su acuñamiento cerca del río Arauca, uniéndose con la Formación Misoa de la cuenca de Maracaibo.

Según el área, los clásticos del complejo deltaico, se asignan a las formaciones Mirador, Misoa, El Cobre y Gobernador en Venezuela y las formaciones Mirador, San Fernando, Limbo y otras en Colombia. Los límites cronoestratigráficos del complejo faltan por definirse con precisión, esperándose estudios paleontológicos adicionales; por lo tanto, se desconocen detalles de sus posibles características diacrónicas.

A fines del Eoceno, nuevas pulsaciones tectónico-orogénicas acentuaron el campo compresional del occidente de Venezuela y oriente de Colombia, se inició el levantamiento de la serranía de Perijá durante el Eoceno superior y de los Andes merideños y la cordillera Oriental a fines del Mioceno inferior. Cada levantamiento fue acompañado por depocentros locales, predominantemente de ambiente continental, alcanzando condiciones de mares someros en las depresiones más profundas. La secuencia sedimentaria del intervalo Eoceno superior a Plioceno se caracteriza por sus variaciones laterales de litofacies y numerosas discordancias y diastemas de magnitud y posición estratigráfica variable. La casi completa ausencia de foraminíferos planctónicos y la escasez local de palinomorfos hace difícil las correlaciones bioestratigráficas regionales, además de que algunas de las litofacies aparentan ser diacrónicas, según los datos disponibles.

La depresión al este de la serranía de Perijá se llenó de clásticos basales de las formaciones La Sierra y Ceibote (Eoceno superior, Oligoceno) seguidas por las arcillas y arenas molásicas del Grupo El Fausto (Oligoceno-Mioceno); la parte central y norte de la cuenca de Maracaibo rebasó el nivel del mar y fue erosionada, formando barreras a la transgresión marina desde el sur y suroeste, aunque quedaba una conexión con la cuenca Falcón. Esta transgresión (formaciones Carbonera y León) que se inició en el Eoceno superior en la cuenca de los Llanos, alcanzaba al sur y suroeste del lago Maracaibo y al área de la ciudad de Mérida en el Oligoceno, y al centro del lago en el Mioceno inferior, donde corresponde al Miembro Santa Bárbara de la Formación La Rosa. Al sur de los Andes merideños, la transgresión oligocena posiblemente alcanzó el depocentro Capitanejo, aunque la antefosa andina se llenó principalmente con arcillas y arenas molásicas de las formaciones Parángula y Río Yuca (Mioceno inferior? a Plioceno?).

Las arenas basales deltaicas de la transgresión, aparentan descansar transicionalmente sobre la Formación Mirador en el suroeste del lago de Maracaibo y la depresión Táchira, pero con discordancia angular sobre la Formación Misoa en el centro del lago, sobre el Cretácico y el Paleoceno en la cuenca Apure/Llanos, y sobre la Formación El Cobre en el depocentro de Capitanejo. Sin embargo, WILSON (1955) sugiere una barrera en el área de la depresión Táchira con la transgresión del Eoceno superior-Oligoceno entrando a los Llanos desde Barinas. El eje principal de la sedimentación oligo-miocena pasa por el pozo Friata-1 y la quebrada La Capacha, continuándose hacia Pamplona en Colombia.

Las arenas productoras de la cuenca Apure/Llanos son predominantemente equivalentes a la Formación Carbonera (y no a la Formación Mirador); en esa cuenca, arenas basales de la Formación León también contienen petróleo localmente.

El incremento en las pulsaciones tectónicas durante el intervalo Mioceno medio-Plioceno, causó relaciones estratigráfico-estructurales aún más complejas en el área del suroeste de la cuenca Maracaibo, la depresión Táchira, la cuenca Apure/Llanos y la cordillera Oriental, se rejuvenecieron fallas pre-existentes y se originaron nuevas, especialmente fallas sobre corridas, inversas y transcurrentes en las serranías, frentes de montaña y en las antefosas; estas fallas aparentan ser más jóvenes desde Guafita hacia la cordillera Oriental y hacia el piedemonte de los Andes merideños. Los pozos de Guafita-Caño Limón muestran evidencia de crecimiento estructural contemporáneo con la sedimentación del Oligoceno y Mioceno inferior en

ambos lados de la falla transcurrente Guafita-Caño Limón.

En Colombia, estado Santander del Norte, y en Venezuela, estado Táchira y el sur y suroeste del estado Zulia, la Formación León es transicional con las arenas y arcillas de la Formación Palmar que gradan hacia arriba a los clásticos gruesos de las formaciones Isnotú y Betijoque (los tres componentes del Grupo Guayabo). Este ciclo transgresivo-regresivo de Carbonera-León-Palmar aflora en toda la montaña entre el distrito Colón del estado Zulia y el distrito Páez del estado Apure. Sin embargo, en el piedemonte de la cuenca Apure/Llanos y la depresión Burgua, la Formación La Copé (MACELLARI, 1982), equivalente lateral de Isnotú, descansa con pronunciada discordancia angular sobre Los Cuervos, Barco y las formaciones cretáceas en algunas áreas, y probablemente sobre Palmar, León y Carbonera en otras. A la vez, en el subsuelo de Apure, Copé (Río Yuca?) es discordante sobre Palmar, Palmar discordante sobre León, y León discordante sobre Carbonera.

Arco Arauca

El arco Arauca es un elemento estructural orientado casi este-oeste cuyo eje atraviesa a los campos Guafita y La Victoria para luego girar con declive al noroeste, terminándose en el levantamiento topográfico de El Nula. Por la escasez actual de control regional sísmico y de pozos, su expresión estructural aparenta ser algo sutil, con un relieve estructural de unos 300 m; sin embargo, su influencia sobre las facies litológicas del Terciario y sobre la migración y acumulación de hidrocarburos es notable; ha sido un elemento estructural positivo desde, por lo menos, fines del Cretácico, actuando como una barrera parcial a las transgresiones marinas a partir de esa época. Los sedimentos oligo-mio-pliocenos de la cuenca Barinas son básicamente continentales, representados por la molasa de la secuencia Parángula-Río Yuca. Los sedimentos equivalentes de la cuenca Apure/Llanos se caracterizan por su ambiente marino somero-deltaico, representados por las formaciones Carbonera, León y Palmar. La Formación El Cobre (Eoceno medio) se acuña erosionalmente sobre el flanco noreste del arco Arauca y las formaciones Catatumbo, Barco y Los Cuervos del Grupo Orocué (Maastrichtiense-Eoceno inferior) se acuñan erosional y estratigráficamente sobre su flanco suroeste. A la vez, el arco es foco para la acumulación de hidrocarburos sobre su cresta en los campos Guafita-La Yuca-Caño Limón y La Victo-

ria. Su naturaleza como barrera a las migraciones de hidrocarburos desde el oeste-suroeste se demuestra en los pozos secos al noreste del Arco: Rosalía-1, Agua Linda-1, Apure-2, Socopo-1 y 2, Capitanéjo-1 y 2, y Yaure-1 y 2.

El arco está atravesado por una serie de fallas regionales, algunas de rasgadura, otras inversas y sobrecorridas, con orientación noreste a este-noroeste. Las principales zonas de fallas transcurrentes (ORTEGA et al., 1987) son: Guafita-Caño Limón, con un mínimo de 200 km de largo; La Victoria, con unos 60 km de largo; Santa Rita-Arauca, con unos 75 km; Las Brujas, con 70 km y Cutufí-Puerto Nuevo de igual longitud. La intersección de fallas con el arco Arauca localiza el entrampamiento de los crudos, ejemplificado por el complejo Guafita-Caño Limón, campo La Victoria y, posiblemente, las estructuras prospectivas de Santa Rita y El Nula.

Cuenca de Barinas

El espesor máximo de la secuencia sedimentaria post-paleozoica en la cuenca Barinas excede los

5000 m en el depocentro Capitanejo, de los cuales 460 m pertenecen al Cretácico, 610 m al Oligoceno y 4000 m al Terciario joven. La secuencia se divide en tres ciclos sedimentarios principales y dos ciclos secundarios:

Ciclo 1: Transgresión-regresión marina cretácica

Ciclo 2: Transgresión-regresión marina-cretacea eocena

Ciclo 2^a: Transgresión deltaica oligocena (parte oeste de la cuenca)

Ciclo 3: Relleno molásico Mioceno - Plioceno

Ciclo 3^a: Relleno molásico Plioceno? - Pleistoceno?

La nomenclatura estratigráfica utilizada en la actualidad es la indicada en la Figura 2, aunque ORTEGA et al. (1987) proponen cambios importantes. Las variaciones de litofacies en sentido este-oeste desde el arco El Baúl a través del arco Mérida, el depocentro Capitanejo, y los campos de Guafita y La Victoria hasta los Altos Brujas y La Ceiba se muestran en la Figura 3. Esta sección, compuesta de los perfiles eléctricos de nueve pozos (15 Guanarito-507, Silvestre-3, Lechzote-4, Capitanejo-1, Agua Linda-1, Caño Muñoz-1X, Guafita-2X, la Victoria-1X y Milagros Sur-1X) está organizada para mostrar los diversos ciclos sedimentarios y las relaciones litológico-bioestratigráficas entre la cuenca Barinas y la cuenca Apure/Llanos.

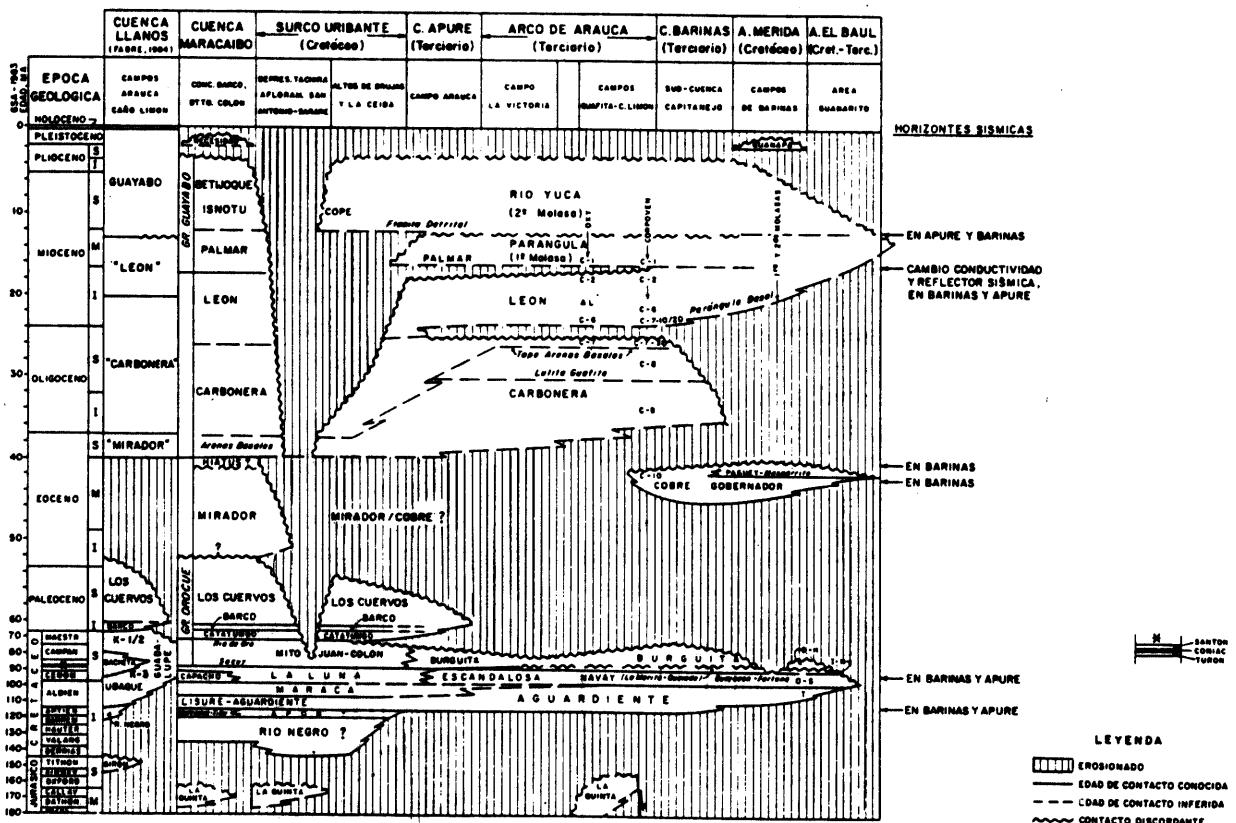


FIGURA 2 - Cuadro provisional de correlación bioestratigráfica

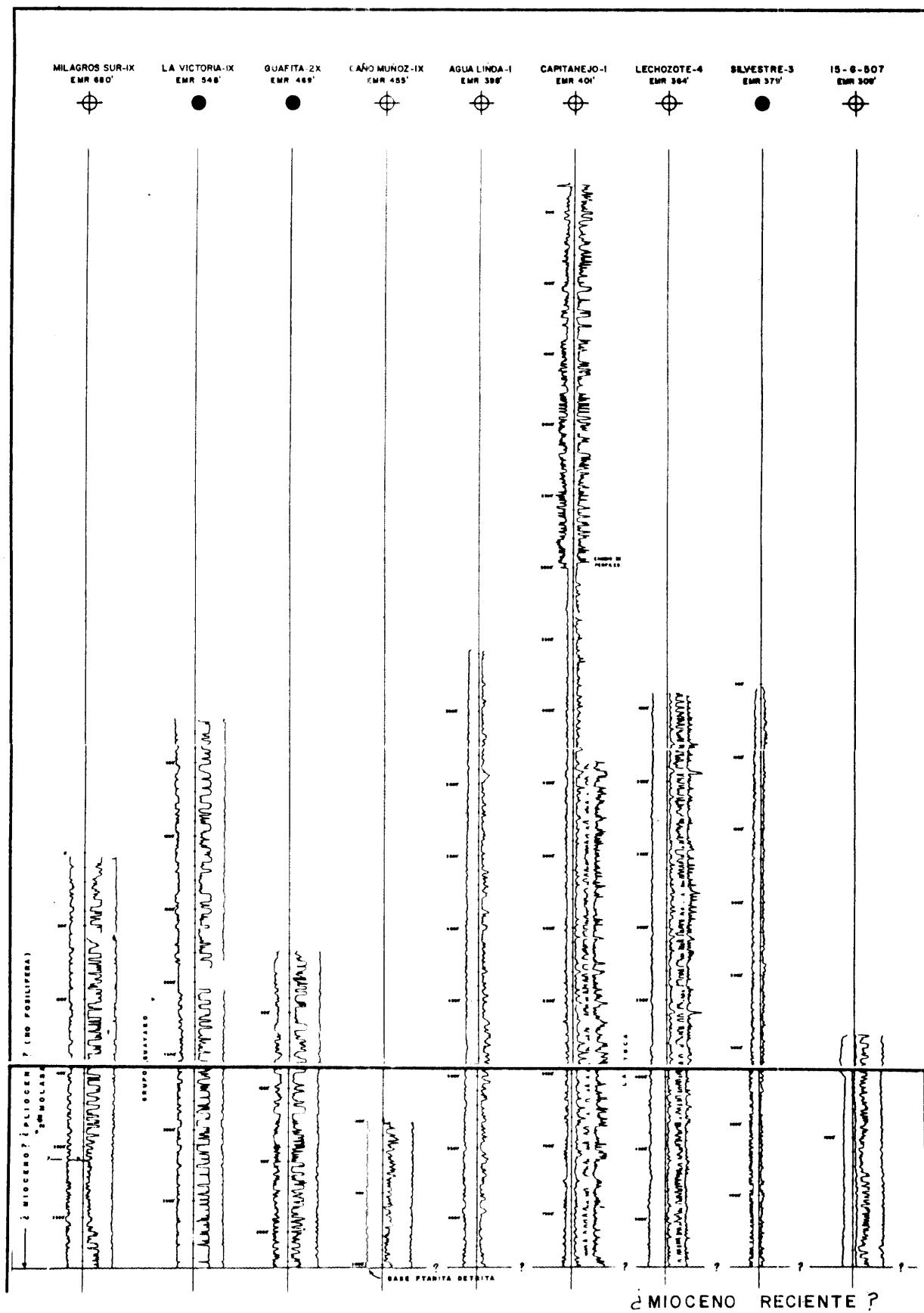


FIGURA 3 - Sección estratigráfica, Milagro Sur-IX al 15-Guanarito-507

MILAGROS SUR-IX
EMR 680'

LA VICTORIA-IX
ENR 948'

GUAJITA-2X
ENR 489'

CAÑO MUÑOZ-IX
EMR 453'

AGUA LINDA-I
EMR 300'

CAPITANEJO-1
EMR 401'

LECHOZOTE-4
EMB 384

SILVESTRE-3
EMB 372

15-6-507
FMB 300'

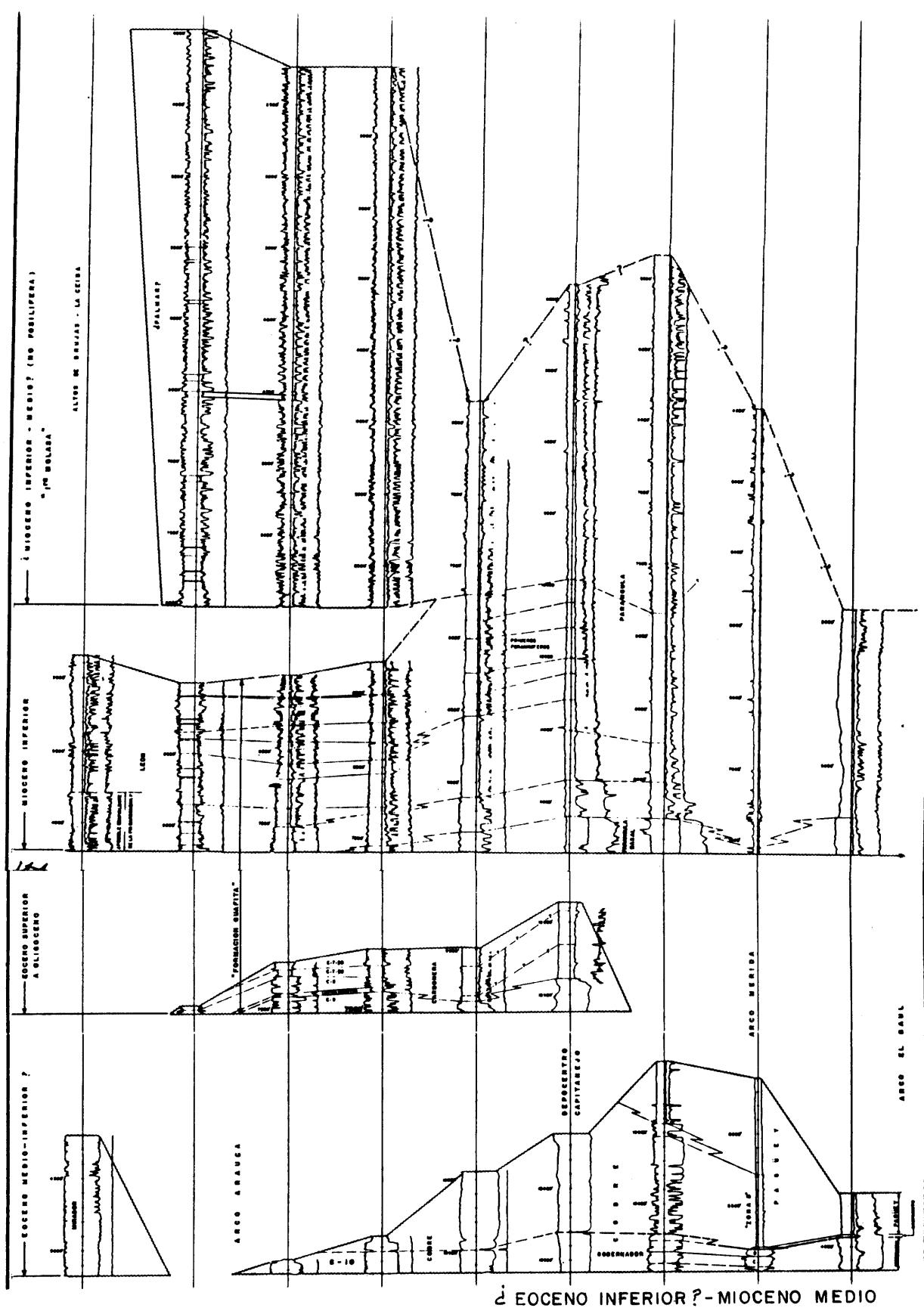


FIGURA 3 - Sección estratigráfica, Milagro Sur-IX al 15-Guanarito-507

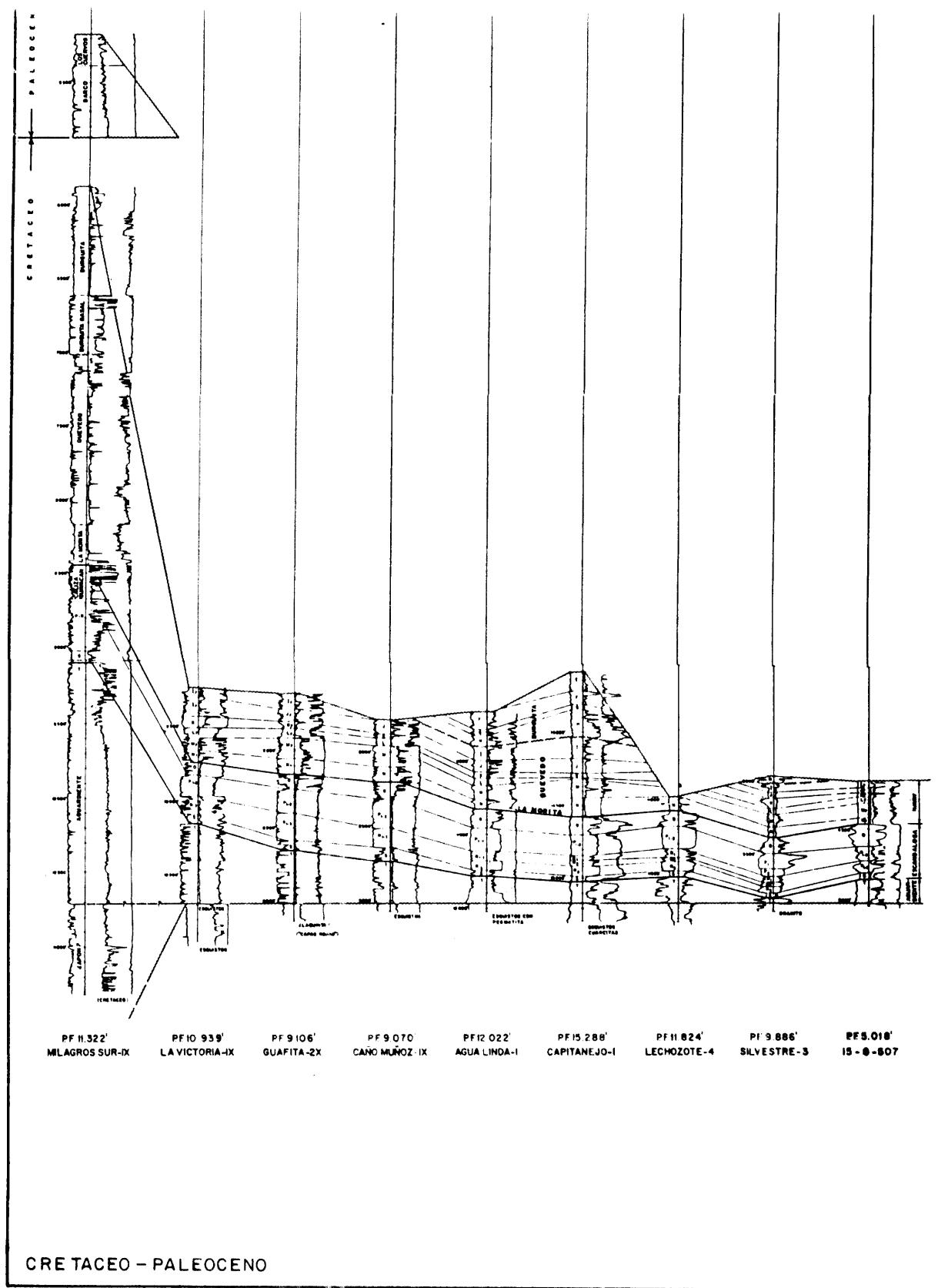


FIGURA 3 - Sección estratigráfica, Milagro Sur-IX al 15-Guanarito-507

Los aspectos estratigráficos más notables en la Figura 3, con respecto a la cuenca Barinas son:

1. **La regularidad y continuidad del ambiente marino del Cretáceo reflejado en el excelente carácter correlativo de las electrofacies de las formaciones y sus "miembros" sobre cientos de kilómetros.** La lutita "S", las arenas P1-2 y la Caliza Guayacán (Fortuna "O") de la Formación Escandalosa son "capas guías" notables.
2. **El cambio de litofacies en el Eoceno medio desde las lutitas pelágicas de la Formación Pagüey en el noreste hacia las areniscas masivas deltaicas de la Formación Cobre en el suroeste, con interdigitación inconfundible de facies marinas y deltaicas (lutitas y areniscas) en el área de Lechozote y Calzada.**
3. **La posible interpolación del ciclo sedimentario Eoceno superior-Oligoceno en el depocentro Capitaneojo, entre los ciclos del Eoceno y Mio-Plioceno.**
4. **La poca diferencia entre los ciclos sedimentarios de la molasa (formaciones Parángula y Río Yuca).**

Cuenca Apure/Llanos

El espesor estratigráfico máximo es de unos 9150 m en el sector Agua Azul-Yopal, Colombia. En el campo Arauca, se penetró 561 m del Cretácico, sin alcanzar su base, unos 220 m del Paleoceno, 975 m del Eoceno superior-Oligoceno y 4880 m de la molasa del Mioceno-Pleistoceno, para un total de más de 7.100 m de sedimentos.

La secuencia estratigráfica de la cuenca Apure/Llanos es más compleja que la de Barinas y está representada por siete ciclos sedimentarios principales, cada uno separado por discordancias importantes:

Ciclo 1: Transgresión-regresión marina cretácica.

Ciclo 2: Transgresión deltaica paleocena.

Ciclo 3: Transgresión deltaica eocena inferior a media.

Ciclo 4: Transgresión deltaica-marina somera eocena superior-oligocena.

Ciclo 5: Transgresión marina somera miocena inferior.

Ciclo 6: Relleno molásico con intercalaciones marinas del Mioceno medio-Plioceno(?)

Ciclo 7: Relleno molásico de clásticos gruesos del Plio-Pleistoceno(?)

La presencia de remanentes de las formaciones León y Palmar en el área del río Sarare muestra que la cordillera Oriental empezó a perfilarse a fines del Mioceno medio, algo más tarde que la orogénesis andina merideña, que se inició a fines del Mioceno infe-

rior. El origen de las dos serranías es algo diferente: los Andes merideños probablemente se levantaron isostáticamente casi verticalmente en forma de abanico con grandes fallas transcurrentes paralelas a su eje, debido al empuje casi directo entre el macizo Santa Marta y el escudo Guayana, mientras que la cordillera Oriental se originó del empuje entre las placas de Sudamérica y el Pacífico que causó levantamiento y sobrecorrimiento de la cordillera hacia el este. El patrón tectónico-topográfico de los Andes merideños es de sierras rectilíneas controladas por las grandes fallas transcurrentes; el patrón de la cordillera Oriental es de sierras curvilíneas, controladas por las grandes fallas sobrecorridas. Debido a la compresión más fuerte ejercida por los sobrecorrimientos, la cuenca Apure/Llanos es más profunda, más asimétrica y con sedimentos neogénicos más marinos que la cuenca Barinas.

El arco Arauca osciló verticalmente numerosas veces durante la evolución tectónica de la cuenca, con el desarrollo de numerosas discordancias y diastemas menores sobre su cresta y flancos, cuyas extensiones individuales hacia la antefosa de la cordillera están por determinarse.

Los aspectos estratigráficos más notables de la cuenca Apure/Llanos son:

1. **El engrosamiento del Cretácico y su carácter más arenoso, con respecto a la cuenca Barinas.**
2. **Presencia de la cuña estratigráfica-erosional del Paleoceno.**
3. **La ausencia general del Eoceno inferior y medio en el subsuelo.**
4. **La presencia general del ciclo sedimentario del Eoceno superior-Oligoceno con arenas basales (llamadas hasta ahora "Mirador") y lutitas marinas someras.**
5. **La presencia de varias secuencias marinas en el Mioceno.**
6. **La sobrelapada de la Formación La Copé (parte media del Grupo Guayabo) sobre el Paleoceno y Cretácico en el piedemonte de la cordillera Oriental y sobre el Jurásico hasta el Mioceno medio (?) en los altos Brujas y La Ceiba.**

Estratigrafía

La siguiente discusión se hace en base a los nombres estratigráficos válidos en Venezuela, con comentario sobre su desarrollo regional en cuanto a espesor y litofacies en las cuencas Barinas y Apure/Llanos y nombres equivalentes en Colombia y la cuenca Maracaibo. Se introduce formalmente el nombre

"Formación El Cobre" como equivalente lateral arenoso de las formaciones Pagüey y Gobernador de la cuenca Barinas. Se enfatiza que el Laboratorio Paleontológico-Palinológico de Corpoven, S.A., actualmente estudia la bioestratigrafía del área, y los resultados hasta la fecha prometen resolvér varios de los problemas de correlación aquí discutidas en forma preliminar.

CRETACICO

El tope del Cretácico está erosionado en todo el Occidente de Venezuela, menos en la depresión Táchira en donde el contacto entre Cretácico y Terciario es transicional. En la cuenca Barinas, su espesor varía según su posición en la cuenca sedimentaria y según su posición respecto a bloques levantados o deprimidos de fallas. Varía desde su acuñamiento regional contra el escudo guayanés y sobre el flanco oeste-suroeste del arco El Baúl (Guanarito) a un máximo de 488 m en el depocentro Capitanejo. De allí, continúa engrosándose hacia el surco Uribante (Figura 4). Los pozos Pedraza-1 y Yaure-2, en el labio sureste del surco, tienen 518 m de Cretácico, mientras que Burgua-3 y Milagros Sur-1 penetraron 1165 m, y 1689 m, respectivamente, sin alcanzar la base del Cretácico. En la cuenca Llanos, el Cretácico aumenta su espesor de este a oeste desde menos de 61 m en el campo El Miedo y Vorágine-1 hasta más de 610 m en las áreas de Saravena (cerca del campo Arauca) y Villavicencio.

La litofacies típica del Cretácico en la cuenca Barinas, en su parte inferior, es de intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas glauconíticas de plataforma con un intervalo de arenas deltaicas (formaciones Aguardiente y Escandalosa); lutitas intercaladas con arenas y calizas silíceas, característicamente fosfáticas de ambiente nerítico a marino somero (Formación Navay) en la parte media; superpuesta discordantemente(?) por una secuencia de arenas litorales con lutitas neríticas (Formación Burgüita). Toda la secuencia se vuelve más arenosa y más continental, con restos de plantas y lignitos, hacia su acuñamiento sobre el escudo de Guayana.

Hacia el surco Uribante, el engrosamiento del Cretácico se acompaña por litofacies de ambientes más marinos que sobre la plataforma; cambian lateralmente a las facies litológicas de la cuenca de Maracaibo, a la vez que los clásticos continentales basales de la litofacies Río Negro se engrosan rápidamente.

El Cretácico de la cuenca Barinas es notable por la facilidad de correlacionarlo miembro por miembro a través de la cuenca entera, desde los pozos de Guanarito hasta los pozos de Guafita, La Victoria, Agua Linda-1 y Yaure-2. Los marcadores más notables son la Lutita "S" y la Caliza "O" (Guayacán o Fortuna) en la base y el tope, respectivamente, de la Formación Escandalosa. La diferencia principal entre el Cretácico de Barinas y el de la cuenca Apure/Llanos, es el carácter más marino (arcillosa-carbonático) en Barinas y más continental (arenosa) en Apure/Llanos.

FORMACION RIO NEGRO

Aunque la Formación Río Negro tiene su sección tipo en el surco Machiques en la serranía Perijá, el nombre se ha extendido a todos los clásticos basales cretáceos de ambiente fluvial en el occidente de Venezuela, incluyendo el surco Uribante. Excluye los clásticos basales de ambiente nerítico de la cuenca Barinas que están referidos a la Formación Aguardiente, ya que la Formación Río Negro se acuña hacia los labios del surco. Los clásticos de origen predominantemente fluvial rellenan los bajos paleotopográficos de la paleollanura erosional sobre la cual se inició el gran ciclo transgresivo del Cretácico sobre el escudo de Guayana.

Litología

La formación se compone principalmente de asperones y conglomerados, en bancos de hasta 20 m de espesor con estratificación cruzada prominente; tiene intercalaciones delgadas (1 m) de lutitas grises, ferruginosas con restos de plantas. Hacia el tope de la formación, aparecen localmente calizas y lutitas marinas en las partes más profundas del surco Uribante.

En Chorro-2, las arenas son blancas, no-consolidadas, de grano grueso a guijarroso y angular, poblemente escogidas, micáceas y arcillosas; localmente tienen pirita y abundantes granos rosados; cerca de la base aparecen fragmentos de esquistos cuarzo-micáceos derivados del basamento inmediato y láminas de laterita.

La construcción de la represa La Vuelta, en el río Caparo, descubrió una sección continua de la Formación Río Negro y la mayor parte de las formaciones cretácicas suprayacentes. Aquí, Río Negro se caracteriza por el predominio de gruesas capas de are-

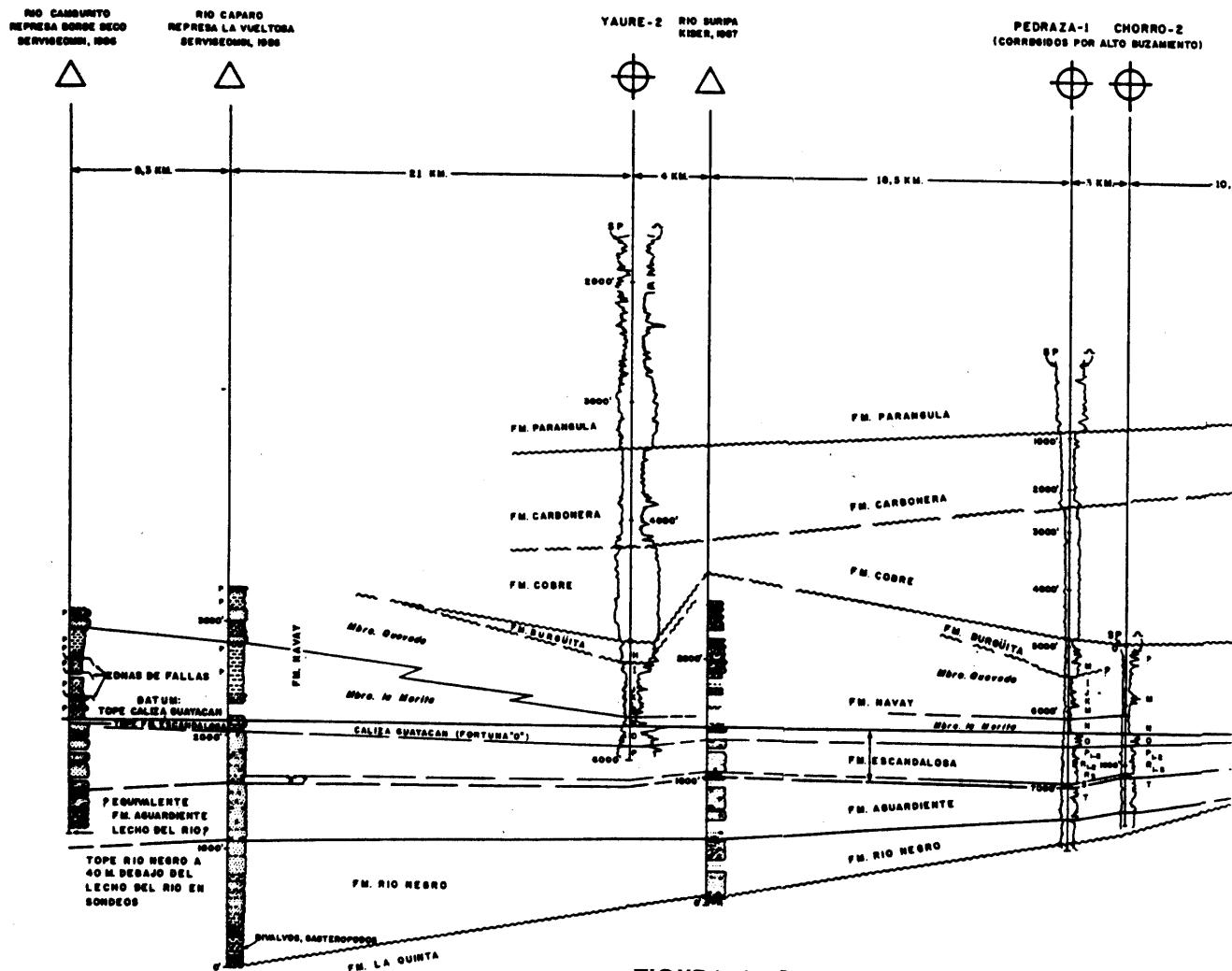


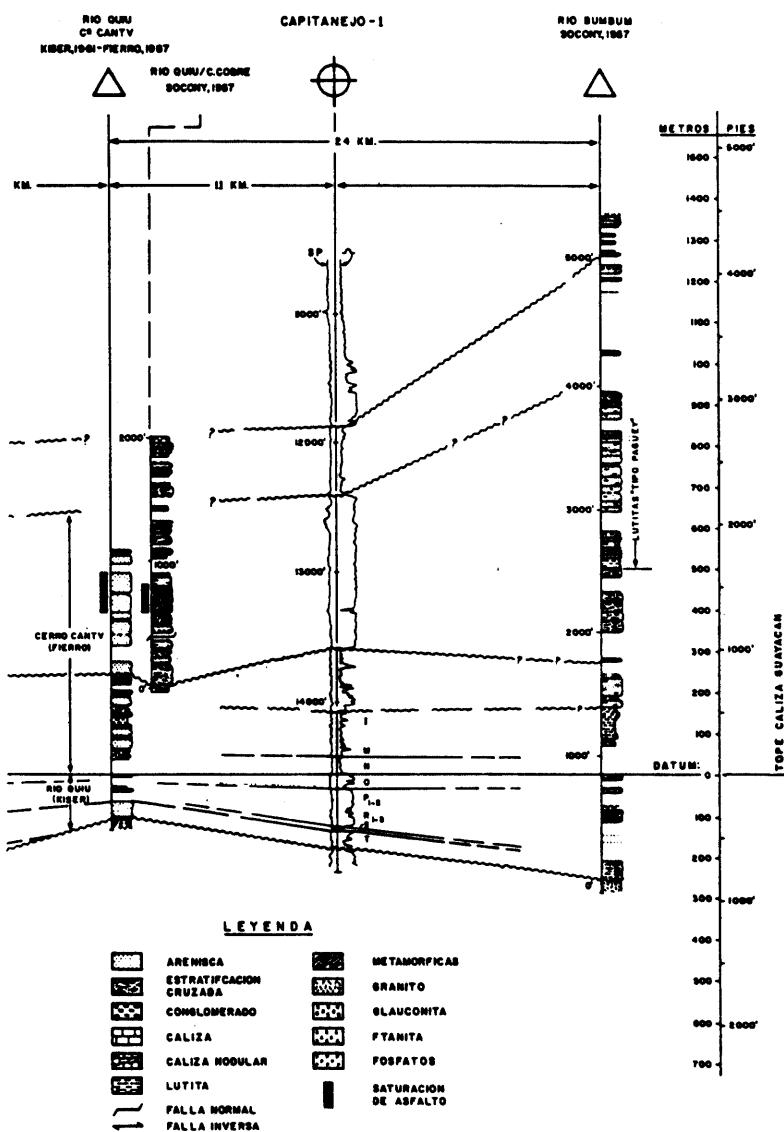
FIGURA 4 - Sección estratigráfica, río Caparo al río Bumbún, Yaure-2 al Capitanejo-1

niscas de hasta 40 m de espesor, blancas a grises, rojizas, ferruginosas, conglomeráticas, mal escogidas y con estratificación fluvial de torrente y rellenos de canal. Muestran una gradación de granos gruesos a finos hacia arriba (Figura 5), para la formación entera y para capas individuales. Los clastos son predominantemente de cuarzo y feldespato, con algunos metamórficos hacia la base. Las lutitas componen solamente unos 16 m del espesor total, en capas de pocos centímetros hasta tres metros de espesor; son grises a rojizas, arenosas, ferruginosas y con restos de plantas, localmente. Esta sección puede dividirse en cuatro ciclos ascendentes de 56 m, 53 m, 126 m y 90 m respectivamente; cada ciclo se vuelve más lutítico o a capas más delgadas hacia arriba.

HEYBROEK (1953) describe en la quebrada importante, área El Nula, un conglomerado basal de gu-

jarros de roca ígnea verde, de unos 22 m de espesor, seguido hacia arriba por 178 m de arenas grises y rojizas intercaladas con arcilitas grises y micáceas. En el río Cuíte, afloran arenas moradas arcósicas y arcilitas verdosas micáceas con restos vegetales. El autor menciona algunas calizas arenosas con lamelibranquios en el río Frío cuya litología se asemeja a las calizas de la Formación Cogollo e incluye oolitas y **Ostracoda** sp., a unos 625 m por debajo de la Caliza Tibú.

Según análisis de minerales pesados reportados por SWEET et al. (1957), las arenas de Río Negro contienen un conjunto mineralógico pobre, con abundante leucoxeno y falta de granate y pirita, que pertenecen a los conjuntos Azul Básico y Azul Abierto (Figura 6).



Contactos

El contacto inferior de la Formación Río Negro se considera generalmente una discordancia angular; en la represa La Vuelta, la formación descansa discordantemente sobre "capas rojas" de la Formación La Quinta. Las primeras capas de la Formación Río Negro se componen de 6 m de conglomerados grises a rojizos, lenticulares, mal escogidos, con clastos de cuarzo, feldespato y rocas metamórficas que descansan angularmente sobre areniscas limosas, grises a rojizas, de grano fino a medio de la Formación La Quinta.

En algunas partes de los Andes merideños, PIERCE (1960) reporta las dificultades en definir el contacto debido a la misma coloración roja tanto en la base de la Formación Río Negro como en el tope de la Formación La Quinta. En las partes más profundas de la cuenca sedimentaria mesozoica, en el área de Bogotá-Villavicencio, los equivalentes de la Formación Río Negro se incluyen en el Grupo Caquézá, cuya sedimentación se inició en el Titoniano (Jurásico superior), continuándose sin interrupciones durante el Cretácico inferior.

El contacto superior de la Formación Río Negro se ubica en el río Caparo en la base de las primeras areniscas glauconíticas de la Formación Aguardiente, siendo conformable el contacto. Indudablemente, este contacto varía su posición estratigráfica en sentido regional, según el cambio (probablemente diacrónico) de sedimentos "continentales" a sedimentos obviamente marinos. Algunos autores como PIERRO Y USECHE (1985) mencionan calizas y lutitas marinas en el tope de Río Negro, lo cual sugiere una correlación cronoestratigráfica y no litoestratigráfica. Es recomendable mantener el criterio litoestratigráfico para ubicar el contacto en la base de los primeros estratos de ambiente claramente marino.

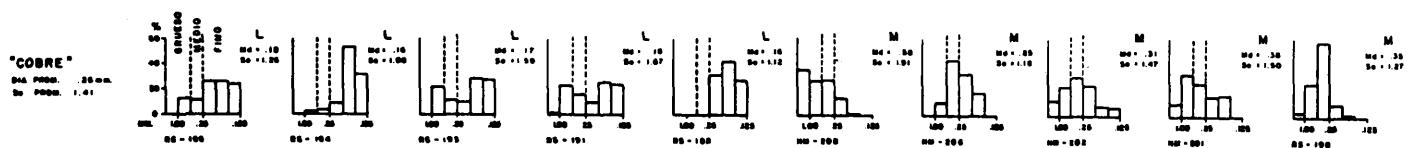
Espesor

El espesor medido por USECHE Y ODREMAN (1986) en la represa del río Caparo es de 324 m. GONZALEZ DE JUANA et al. (1980) mencionan "un máximo" de 1000 m en el surco Uribante, 500 m en el área de La Grita-San Cristóbal y 80-100 m cerca de Pregonero. Otros espesores medidos en los bordes de las cuencas Apure/Llanos y Barinas se muestran en la Tabla 1.

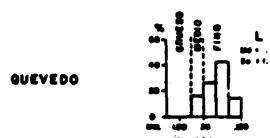
Edad

En Colombia, CAMPBELL (1962) publicó listas de fósiles (amonites y pelecípodos) de edades Titoniana, Barremiana, Valanginiense y Hauteriviana para el Grupo Caquézá. Evidentemente, la litofacies de la Formación Río Negro es diacrónica, siendo más joven hacia los flancos de los depocentros. En Venezuela, son escasos los fósiles reportados de la Forma-

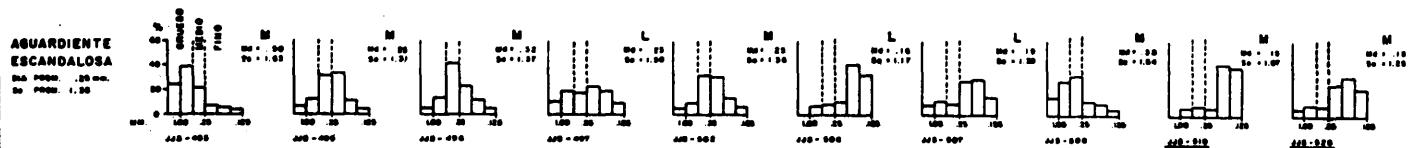
RIO CAPITANEJO



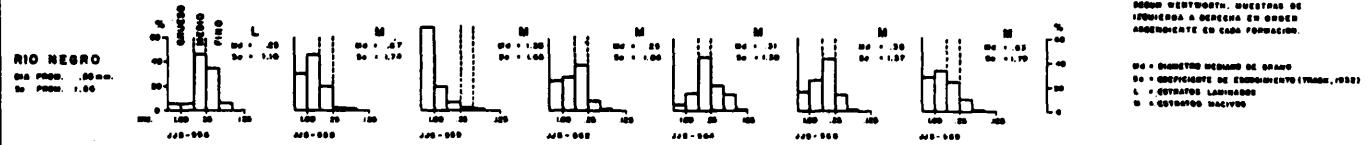
RIO CAPARO



CAÑO PLAYA - RIO SURIPA



RIO CAPARO



VERIFICACION DE POZOS, RIOS Y BAJOS (1981)

FIGURA 5 - Distribuciones de frecuencia en el tamaño de grano, areniscas de la Cuenca Barinas

ción Río Negro, salvo restos de plantas. En la represa La Vuelta del río Caparo, ODREMAN Y USECHE (1986), descubrieron bivalvos en 2 m de lutitas gris, unos 45 m por encima de la base de la Formación Río Negro, identificados como *Buchia* sp., *Corbula* sp., *Unio* sp., *Crassatella* sp. y restos de gasterópodos, los cuales asignan al "Cretácico inferior alto, posiblemente Aptiense". Además de estos fósiles, GARCIA JARPA et al. (1980) reportan *Ostrea* sp., *Pholadomya* sp., *Protocardia* sp., *Modiolus* sp. y *Aporrhais* sp., fragmentos de equinoides y restos vegetales de niveles similares en áreas cercanas. RAMOS et al. (1986) identificaron los siguientes palinomorfos de la Formación Río Negro en la represa La Vuelta, de una muestra tomada por debajo de los bivalvos previamente mencionados:

Odontochitina operculata (Hauteriviense-Campaniense)

Callialasporites dampieri (Hauteriviense-Albiense inferior)

Subtilisphaera pirnaensis (Barremiense-Aptiense)

Oligosphaeridium albertainse (Hauteriviense-Aptiense)

Dinoflagelados abundantes.

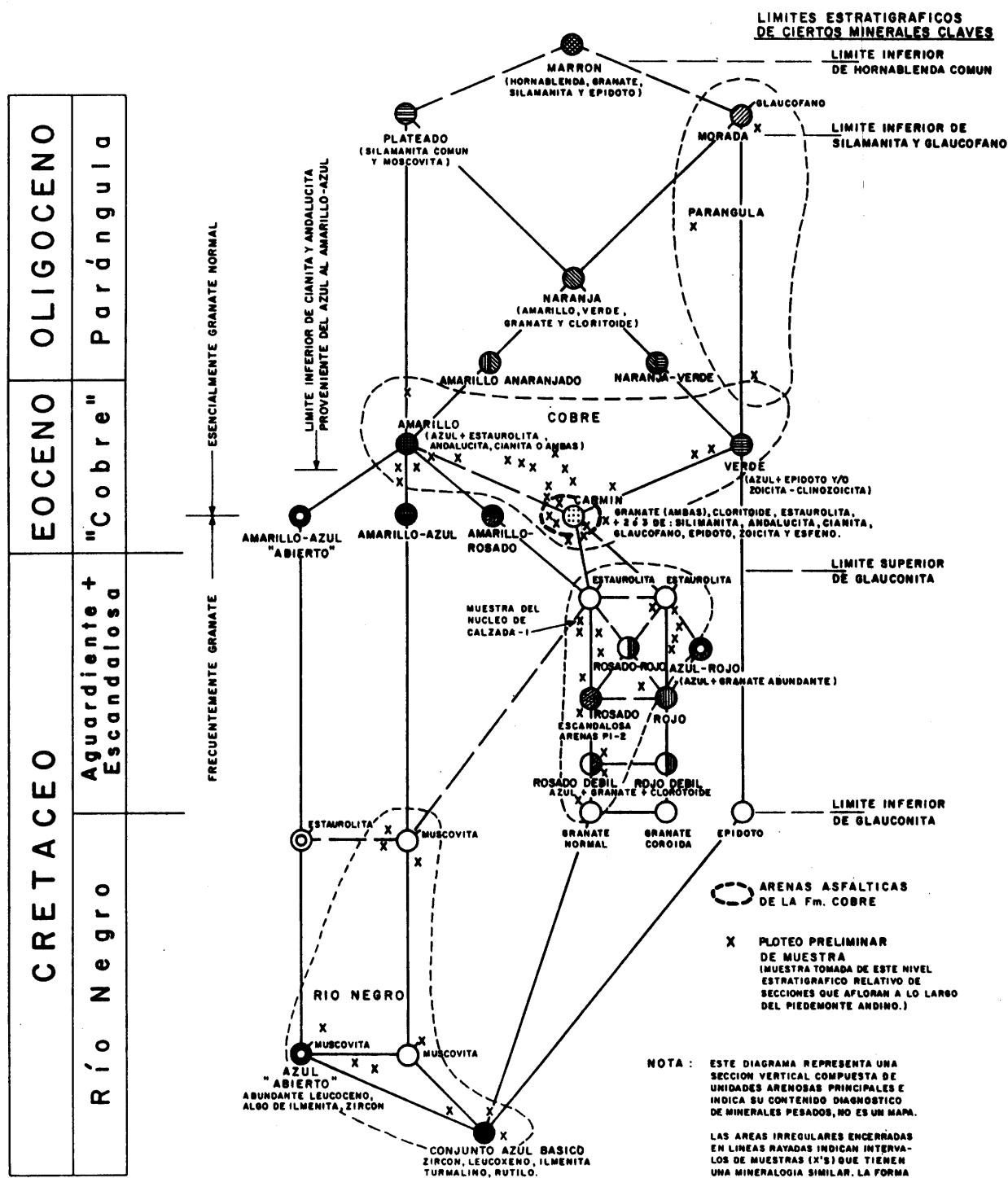
RAMOS et al. indican una edad del Barremiense-Aptiense para la muestra, y un ambiente sedimenta-

rio marino cercano a la costa, tal vez de bahía distributaria. En el subsuelo de Apure, la Formación Río Negro es esencialmente estéril en polen. PIERCE (1960) reportó fósiles barremiense en muestras de su Formación Uribante del río Piscuri.

En resumen, la edad de la Formación Río Negro en Venezuela aparece extenderse desde, por lo menos, el Barremiense hasta el Aptiense inferior. En Colombia, los equivalentes de la Formación Río Negro se extienden hasta el Titonense.

Extensión geográfica

Los máximos desarrollos de la Formación Río Negro en Venezuela ocurren en los surcos Machiques y Uribante; desde el primero, los clásticos continentales sobrepasan la plataforma de Maracaibo, encontrándose con espesores mínimos en casi todos los pozos de la cuenca de Maracaibo; los clásticos sobrepasan el labio sureste del surco Uribante, hasta acuñarse inmediatamente al sureste de los pozos Pedraza y Chorro (Figura 4); afloran en numerosas secciones en la serranía de Perijá, parte suroeste de los Andes meridionales, la depresión Táchira y la cordillera Oriental.



TOMADO DE SWEET, METZ Y SHIGO, 1957 Y TRADUCIDO POR KIFER

FIGURA 6 - Clasificación de minerales pesados en las principales unidades arenosas del piedemonte, área Santa Bárbara

Correlación

El Léxico Estratigráfico de Venezuela (1970) extendió, en el sentido más amplio, el nombre de la Formación Río Negro a todos los clásticos basales del Cretácico del occidente de Venezuela. Sin embargo, debe aplicarse el criterio con cautela; en la cuenca de Barinas, se puede correlacionar perfectamente la formación Aguardiente (miembro "T") a través de casi todos los pozos, como el intervalo entre el Basamento y la Lutita "S". Las muestras frescas de la Formación Aguardiente comúnmente contienen areniscas glauconíticas, calizas y lutitas marinas que se vuelven "continentales" solamente en dirección sureste, hacia la línea de playa sobre el escudo guayanés. Los pozos Pedraza-1 y Chorro-2 (Figura 4) son los únicos de la cuenca que muestran claramente una electrofacies debajo del miembro "T" cuya litología "continental" es típicamente de la Formación Río Negro, en contraste con las areniscas glauconíticas del miembro "T". La Figura 4 muestra que la Formación Aguardiente sobrelapa a la Formación Río Negro hacia el noreste, antes de llegar al río Quiú.

Uno de los problemas que contribuyen a la confusión en las correlaciones de afloramiento es que muchas de las secciones expuestas en los ríos del piedemonte barinés están pobemente expuestas y profundamente meteorizadas con la subsecuente destrucción de la glauconita y otros minerales inestables que puedan tener. Por lo tanto, el autor considera que las arenas basales del Cretácico en la mayoría de los pozos de Barinas y en los ríos del piedemonte al noreste de Chorro-2 pertenecen a la Formación Aguardiente y no a la Formación Río Negro. GAENSLEN (1952) llegó a la misma conclusión. En Colombia, las correlativas litoestratigráficas de la Formación Río Negro se encuentran en el Grupo Caquetá, Conglomerados de Ele y la Formación Río Negro, entre otros.

Ambiente sedimentario

El ambiente sedimentario de la Formación Río Negro es predominantemente continental, característicamente de torrentes fluviales de ríos entrelazados y localmente de bahía interdistributaria; sin embargo, como indican los fósiles marinos, el ambiente incluye breves incursiones marinas. La estratificación cruzada en la sección del río Caparo indica corrientes unidireccionales fluyendo de sur a norte. La fuente principal de sedimentación era el escudo de Guayana, con fuentes secundarias locales.

FORMACION APON

La Formación Apón tiene un desarrollo insignificante en el subsuelo de las cuencas Barinas y Apure/Llanos por haber sido sobrelapada por la Formación Aguardiente y equivalentes. Ha sido identificada tentativamente solamente en el pozo Milagros Sur-1X (Figura 3).

Litología

PIERCE (1960) describe Apón en la parte noreste de la cuenca Barinas como "calizas fosilíferas densas, gris claro a oscuro, intercaladas con lutitas arenosas y calcáreas gris oscuras y areniscas calcáreas de grano fino a medio y grueso, de color gris claro". Es más arenosa en la parte inferior. En la quebrada Bellaca, reconoció el intervalo intermedio de la Formación Apón con el litotipo La Luna. FIERRO Y USECHE (1985) describen la formación en el área de El Nula como "calizas biostrómicas, masivas, cristalinas, nodulares, coquinas y margosas; lutitas y limolitas negras fosilíferas localmente micáceas, con concreciones elipsoidales de caliza negra; comúnmente, varían entre "wackstone", "packstone" y "grainstones". HEYBROEK (1953) estudió intervalos que se asignan aquí al Miembro Tibú y la Lutita Guáimaro. Tibú se compone de 80 m de calizas arenosas, grises, glauconíticas con *Ostrea* sp. y otros moluscos, además de *Choffatella* sp. Suprayacentes a las calizas, existen 60 m de lutitas grises y arenosas de Guáimaro.

En el pozo Milagros Sur-1X, se le asigna tentativamente a la Formación Apón el intervalo 3265 m hasta la profundidad total 3451 m (Figura 3). Los 80 m superiores se componen de areniscas grises a blancas de grano fino, friables, calcáreas, glauconíticas con algunas calizas delgadas micríticas marrones a crema. Los 101 m inferiores hasta la profundidad final del pozo, se componen de una secuencia de calizas delgadas de hasta 6 m de espesor, cremas, marrones, microcristalinas, calcareníticas, glauconíticas y piríticas, intercaladas con lutitas grises a marrón oscuras, fisibles, astillosas, calcáreas, micáceas, piríticas y con vetillas de calcita.

Espesor

La Formación Apón está presente en toda la cuenca de Maracaibo y el surco Uribante. Se acuña

hacia el flanco sureste del surco Uribante, en donde está sobrelapada por la Formación Aguardiente (GAENSLEN, 1962). Está ausente en los pozos Pedraza-1, Chorro-1 y 2 y el campo Arauca. Se le reconoce en el afloramiento de la depresión Táchira y el área de El Nula. Las Tablas 1, 2 y 8 registran diversos espesores mencionados en la literatura e informes inéditos.

Contactos

El contacto inferior con la Formación Río Negro es transicional, fijándose en el cambio hacia arriba desde areniscas continentales a lutitas, calizas y areniscas. El contacto es, sin duda, diacrónico en sentido regional. Como fue previamente mencionado, el contacto entre las formaciones Río Negro y Apón debería ser dejado en la base de las calizas, reportadas en el tope de la Formación Río Negro. El contacto superior de la Formación Apón es también transicional, fijándose en el cambio, hacia arriba, desde calizas y lutitas marinas a bancos persistentes de areniscas masivas y glauconíticas; probablemente es diacrónica en sentido regional. El intervalo carbonático de la Formación Apón, o sus equivalentes los miembros Tibú y Mercedes, representa la máxima transgresión marina del Cretácico inferior en el occidente de Venezuela.

Edad

PIERCE (1960) menciona **Orbitolina concava** var. **texana** (Roemer) y **Choffatella decipiens** Schlumberger como fósiles claves de la Formación Apón del área de Barinitas. MONROY Y ARNSTEIN (1984) reportan los siguientes palinomorfos del pozo Milagros Sur-1X:

Corollina sp.
Apiculatisporites sp.
Gemmamonocolpites sp.
Gnetaceapollenites sp.
Spiniferites sp.
Foveotriletes sp.
Dinoflagelados.

La edad de Aptiense-Albiense está bien establecida con estas y otras listas publicadas de fósiles, aunque RENZ (1982) restringe a la Formación Apón en Táchira-Apure a base de los amonites **Cheloniceras** y **Roloboceras** y el nautilo **Heminautilus etheringtoni** Durham, colecciónados en el área de Seboruco, estado Táchira.

Extensión geográfica

El intervalo carbonático de la Formación Apón y sus miembros Tibú y Mercedes se identifica en casi todos los pozos de la cuenca de Maracaibo, con máximo desarrollo hacia el suroeste en el distrito Colón del estado Zulia y hacia Colombia. Se acuña o cambia a facies arenosas hacia el sureste contra los flancos sur de los surcos Uribante y Lara, y hacia el este desde el área de la cordillera Central de Colombia, acuñándose antes de alcanzar los pozos cretácicos de la cuenca Apure/Llanos.

Correlación

La Formación Apón es directamente equivalente a los miembros Tibú y Mercedes de NOTESTEIN et al. (1944) y a los miembros Tibú, Machiques y Piñché de RENZ (1959). Puede ser lateralmente equivalente a la parte basal de la Formación Aguardiente, aunque parece ser más probable que esté sobrelapada por la Formación Aguardiente en los flancos del surco Uribante. En áreas adyacentes de Colombia, se utilizan los mismos nombres, mientras que FABRE (1984, Figura 2) correlaciona las formaciones Tablazo, Paja y Rosa Blanca del valle medio de Magdalena con la Formación Apón y los miembros Tibú y Mercedes.

Ambiente sedimentario

GARCIA JARPA et al. (1980) interpretan el ambiente sedimentario de las calizas de Apón como marino somero y restringido, próximo a una barra barrera, en aguas cálidas de moderada circulación; las lutitas fueron depositadas en lagunas costaneras o aguas marinas someras.

FORMACION AGUARDIENTE

Después de llenar los surcos Uribante y Lara, la gran transgresión marina cretácica se extendió sobre la plataforma de lo que es hoy la cuenca Barinas, depositando una secuencia uniforme de areniscas y calizas glauconíticas referidas a la Formación Aguardiente.

Litología

En el subsuelo de Barinas, las capas de la Formación Aguardiente se caracterizan por el predominio de calizas arenosas y areniscas epineríticas, intercaladas con algunas lutitas marinas oscuras. La formación tiende a volverse más oscura y localmente lignítica hacia el sureste, en dirección de la línea de playa; se acuña localmente sobre los arcos Mérida y El Baúl, en donde se vuelve más carbonática.

En los Andes, GARCIA JARPA et al. (1980) distinguen cinco facies litológicas de areniscas, carbonatos y lutitas dentro de la Formación Aguardiente. Las calizas son biostrómicas, grises a gris oscuras y azulosas, densas, cristalinas a criptocristalinas, característicamente arenosas y arcillosas, glauconíticas y piríticas. La presencia de moluscos y pelecípodos es notable. Las capas son delgadas a masivas y lenticulares. En el área de Guanarito, forman hasta el 70% de la secuencia.

La arenisca es gris a gris oscuro, calcárea, glauconítica, friable, y localmente limosa, arcillosa y micácea. Forma capas de espesor variable y es de grano fino a muy grueso (Figura 5). Hacia el sureste, es más masiva, blanca, de grano grueso, pobremente escogida, y característicamente carbonácea con lentes de lignito.

Las lutitas se presentan en láminas y capas delgadas, son grises a grises oscuras o negras, limosas, localmente calcáreas, arenosas y glauconíticas. Son más comunes en la parte inferior de la formación.

Hacia la frontera con Colombia, en los campos Guafita, La Victoria, Caño Limón y La Yuca, la Formación Aguardiente se vuelve más arenosa y desaparecen las calizas. Aquí las areniscas forman más del 70% de la formación y son blancas a gris, de grano fino a medio y grueso, mal escogidas, poco consolidadas, algo glauconíticas, piríticas, carbonáceas y caoliníticas. Las lutitas, en capas de hasta 30 pies (10 m) de espesor, son grises a gris oscuro, compactas, astilladas, piríticas, carbonáceas, no calcáreas, y comúnmente glauconíticas.

El intervalo de caliza conchífera a unos 185 m por debajo del tope de Escandalosa en la represa Borde Seco del río Camburito reportado por ODREMAN Y USECHE (1986) podría pertenecer a la Formación Aguardiente (o a Maraca).

Mineralógicamente, SWEET et al. (1957) colocan a las areniscas de las formaciones Aguardiente y Escandalosa en los conjuntos Rosado, Rojo y similares. Contienen más ilmenita y granate que la Formación Río Negro y aparecen las glauconíticas (Figura 6).

Espesor

El espesor promedio en la cuenca Barinas es de 53 m y varía entre 2 m en Rosalía-1 a más de 152 m en el campo La Victoria. Se acuña estratigráficamente contra el arco El Baúl en los pozos de Guanarito, estando ausente por erosión en 15-G-401A y por no-deposición en Uzátegui-2. Demuestra un eje de bajos espesores los pozos Rosalía, Pagüey y Conso, (Figura 7), engrosándose hacia el eje de la cuenca y hacia el escudo Guayana; también, se engrosa hacia el surco Uribante al noroeste y hacia la cordillera Oriental de Colombia. La secuencia carbonática de la represa Borde Seco asignada a la Formación Aguardiente mide 61 m de espesor.

Contactos

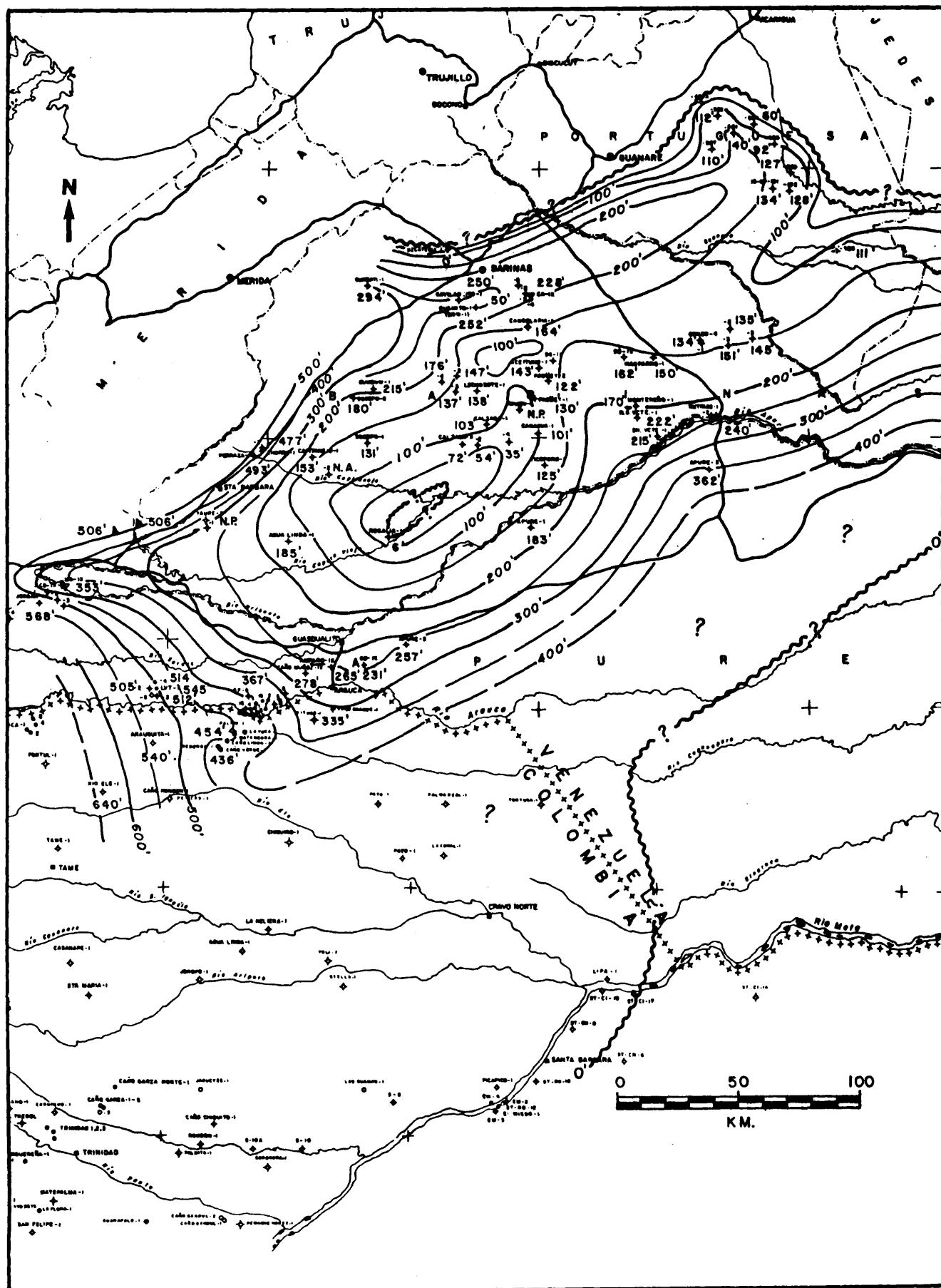
La Formación Aguardiente es discordante sobre rocas pre-cretácicas (granitos, esquistos, capas rojas), en las cuencas Barinas y Apure/Llanos. Hacia el surco Uribante sobrelapa a la Formación Río Negro (i.e., represa La Vueltosa y Pedraza-1). Su contacto superior con la Formación Escandalosa es brusco y normal en todo el subsuelo de Barinas, ubicándose en la base de la lutita regional "S" (Figuras 3,4,9). Hacia el noroeste, en el surco Uribante, y probablemente en la cordillera Oriental, las areniscas inferiores de la Formación Aguardiente apparentan cambiar de facies a las calizas de la Formación Apón. Donde esté presente la Lutita Guáimaro, la base de Aguardiente se ubica en el tope de ella.

Edad

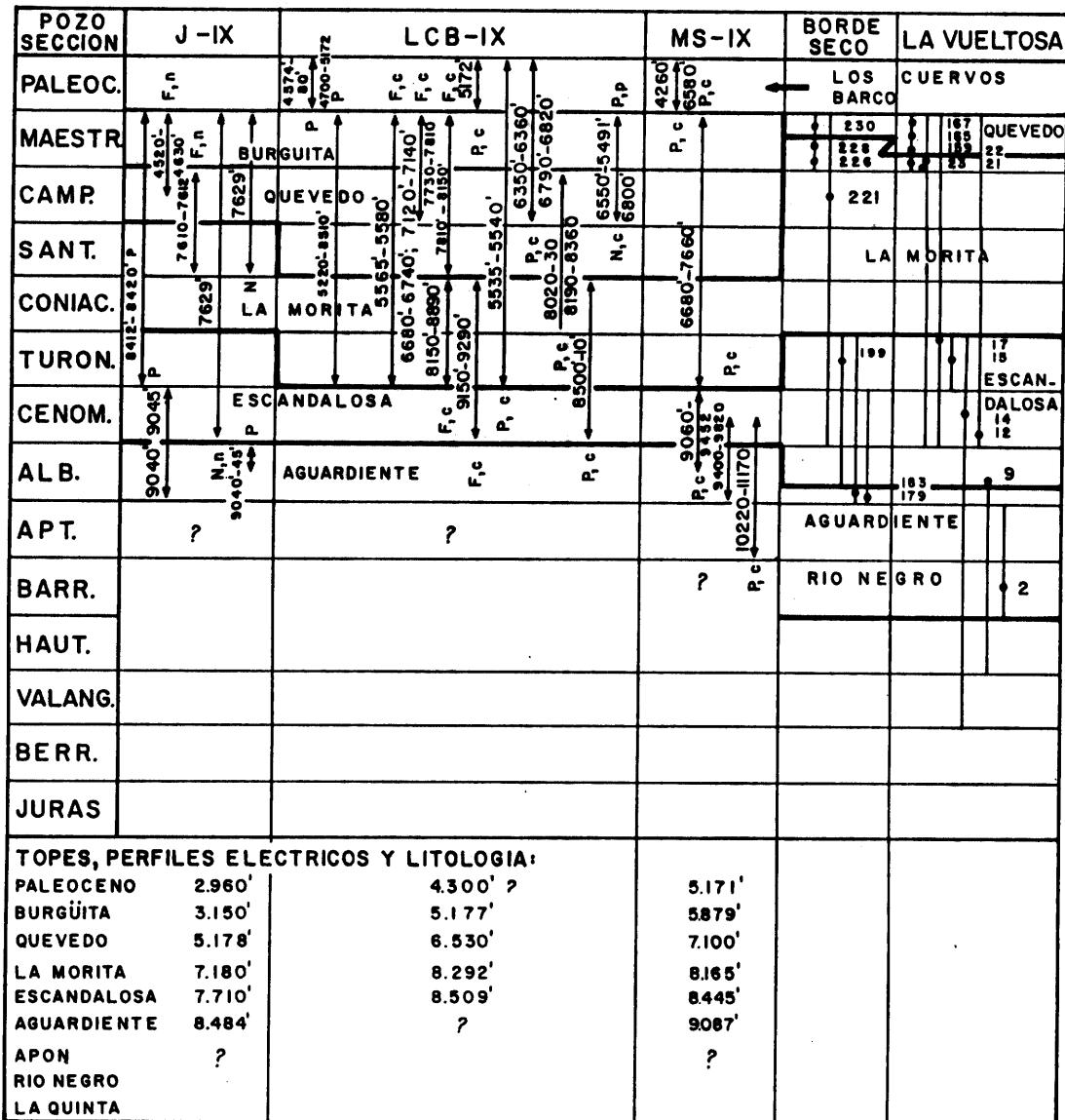
GARCIA JARPA et al. (1980) sugieren que la Formación Aguardiente en los Andes merideños pertenece al Albiense medio y superior, por la presencia del molusco *Chondrodonta* (*Ch. cf. munsoni*) en su tope; también reportan un nivel de *Orbitolina* sp. cerca a la base de la Formación Aguardiente.

MONROY Y VAN ERVE (1987) estudiaron la paleontología de los pozos de Guafita, La Victoria, Apure 1/-2/-3/, J-1X, LCB-1X y MS-1X (Figura 8); y asignaron la formación al Albiense-Cenomaniano (Superzona IV de MULLER et al. 1985) en base a los palenomorfos indicados en la Tabla-3.

En su estudio de amonites, RENZ (1982) coloca



EIG/IRA 7 - Cuenca Barinas-Apure/Llanos, isópacos, Formación Aguardiente (miembro T)



BASADO EN: MONROY Y VAN ERVE, 1987

MONROY (VARIOS)

RAMOS, ET. AL., 1986

FLECHA INDICA EL RANGO DE EDAD
PARA EL INTERVALO ANOTADO8.412'
8.420'

221

POSICION RELATIVA Y N° MUESTRA SUPERFICIE, CON RANGO DE EDAD

P, C, N

P= MUESTRA DE PARED, C= CANAL, N= NUCLEO

S,P,F,N

S= SUPERFICIE, P= POLEN, F= FORAMINIFERA, N= NANNOPLANCTON

FIGURA 8 - Resumen, análisis paleontológico-palinológico, Cretácico, cuenca de Apure

a la Formación Aguardiente del piedemonte de Barinas dentro del Albiense, llegando posiblemente al topo del Aptiense.

Los fósiles *Weichselia* sp., *Podozomites* sp., *Ptilophyllum* sp. y los angiospermos mencionados por GARCIA JARPA et al. (1980) en su "clásticos basales" y asignados al Albiense, probablemente provienen de

la Formación Aguardiente.

En la represa Borde Seco, el intervalo de calizas (Formación Maraca?) con grandes *Ostrea* sp. ocupa una posición estratigráfica similar a la lutita (Seboruco?) de la represa La Vuelta; en ello, RAMOS et al. (1986) identificaron flora del Albiense inferior-Turoniano (Figura 8).

Extensión geográfica

Las areniscas glauconíticas de la Formación Aguardiente están presentes en la mayor parte de las cuencas Barinas y Apure, en el suroeste de los Andes merideños, la parte suroeste de la cuenca de Maracaibo y la depresión del Táchira. Al norte del distrito Colón del estado Zulia se pasa a la Formación Lisure.

Correlación

La Formación Aguardiente equivale lateralmente al Grupo Cogollo (formaciones Maraca y Lisure y miembros Piché y Machiques de la Formación Apón). En la cordillera Oriental de Colombia, la Formación Aguardiente se relaciona con las formaciones Ubaque y Une, mientras que en el subsuelo de los llanos colombianos, las areniscas de la Formación Aguardiente se pierden en la secuencia arenosa del Grupo Guadalupe, (parte inferior de la zona K-3) en donde el marcador regional de la Lutita "S" se vuelve arenosa.

Las calizas conchíferas con grandes *Ostrea* sp. expuestas en la represa Borde Seco podrían ser equivalentes a la Formación Maraca, ubicada en el tope de la Formación Aguardiente (Figura 4).

Ambiente sedimentario

Las cinco facies litológicas de GARCIA JARPA et al. (1980) se interpretan como ambiente sedimentario que varían de "aguas someras de mar abierto" a "barras sumergidas en una plataforma somera" a "barra emergente y barras sumergidas en la plataforma abierta" a "barra o cordón litoral (restinga) y playa asociada" a finalmente "lagunas costaneras pantanosas y emergentes". Las areniscas equivalentes del Grupo Guadalupe pertenecen a los ambientes asociados a la línea de la costa.

FORMACION ESCANDALOSA

RENZ (1959) designó la quebrada Escandalosa, tributaria del río Doradas, como sección tipo de su Formación Escandalosa, una secuencia de areniscas muy glauconíticas ubicada estratigráficamente entre la lutita La Morita y la lutita "S". GAENSLEN (1962),

FEO CODECIDO (1969) y la mayoría de los demás autores han aceptado el nombre, tanto para el piedemonte andino como para el subsuelo de las cuencas Barinas y Apure.

Litología

La Formación Escandalosa se caracteriza por su alto porcentaje de areniscas muy glauconíticas (hasta más del 50% glauconita), en contraste con la escasa glauconita de la Formación Aguardiente. Las areniscas son grises a gris oscuro, amarillentas, con tonos verdosos debido al alto contenido de glauconita en granos gruesos de un verde "gramo", en capas delgadas a masivas, de grano fino a medio, bien escogidos (Figura 5), limpias, localmente laminadas, micáceas y carbonáceas. Estratificación cruzada ocurre en las capas más gruesas y moldes de macrofósiles están presentes en algunos niveles.

Las lutitas son de color gris oscuro, blandas, de fractura concoidea, generalmente arenosas, micáceas y carbonáceas. Comúnmente, forman láminas arcillosas en las areniscas y varían a limolitas y areniscas de grano fino. Restos de peces e *Inoceramus* sp. son abundantes localmente. RENZ (1959) indica una lutita basal de unos 54 pies (17 m) de espesor en la sección tipo. El suscrito no encontró esta lutita sino un intervalo cubierto (lutita?) de 90 m de espesor ubicado unos 60 m por encima de la base de las areniscas glauconíticas. Estas lutitas probablemente corresponden a la lutita "S" del subsuelo de Barinas.

El tope de la Formación Escandalosa está marcado por 4 m de calizas gris oscura, masiva, dura, cristalina, coquinoidea con manchas irregulares de dolomita microcristalina. La caliza emite un olor petrolífero al ser golpeada por el martillo. Se le correlaciona con la Caliza Guayacán, presente en la mayoría de las secciones de superficie del piedemonte andino y en el subsuelo.

En el subsuelo de Barinas, la Formación Escandalosa se compone de los siguientes "miembros", en orden descendiente:

- "O" : "Caliza Guayacán" o "Fortuna", masiva, cristalina, glauconítica, coquinoidea, con intercalaciones, de lutitas y areniscas.
- "P1-2" : Areniscas masivas, deltaicas, grano medio a grueso, estratificación cruzada, con restos de plantas, más caoliníticas y arcillosas hacia la base. Principal productor de petróleo en la cuenca.

- "R1-2-3": Alternancia de areniscas y calizas arenosas con intercalaciones lutíticas, compuestas localmente de más de 60% glauconita.
- "S": Lutita gris oscura a negra, carbonácea, localmente calcárea con lentes de caliza o arenisca, de muy constante desarrollo.

Aunque la Formación Escandalosa se vuelve más arenosa y algo lignítica hacia el escudo Guayaná, se mantiene a través de toda la cuenca la identidad de la lutita "S" y el carácter calcáreo-lutítico del miembro "O". Hacia Colombia, la lutita "S" mantiene su identidad solamente a base de correlaciones de perfiles eléctricos a cortas distancias, ya que se vuelve predominantemente arenosa, como se muestra en la Figura 6 (pozos GF-6X, Caño Limón-1, y Arauquita-1). En pozos del sur de la cuenca Llanos (S-7 y S-11A) aparece reaparecer.

En el área de El Nula, en la quebrada Importante, HEYBROEK (1953) estudió secciones incompletas de la Formación La Luna. De las seis divisiones litológicas identificadas, las cuatro inferiores fueron asignadas a la Formación Escandalosa. El intervalo basal de 85 m de espesor se compone de 10 m de areniscas muy glauconíticas, infrayacentes a lutitas negras, areniscas arcillosas, areniscas grises y calizas arenosas. Los 75 m suprayacentes son alternaciones de calizas compactadas, grises oscuras y conchíferas en capas de 0,5-2,5 m de espesor, y lutitas negras. La parte superior de la Formación Escandalosa no aflora en esta sección, pero la Caliza Guayacán aflora aisladamente en el área con una litología similar a las calizas mencionadas.

Espesor

En el subsuelo de Barinas-Apure/Llanos, el espesor no-erosionado de la Formación Escandalosa varía entre 98 m en el pozo 15-G-101 y 244 m en el pozo Burgua-4, con un promedio de 150 m. Los isótopos muestran un mínimo similar al de la Formación Aguardiente a lo largo del eje de la cuenca actual, engrosándose hacia el surco Uribante al noroeste y, debido al "arenamiento" del intervalo, hacia la línea de playa al sureste, (Figura 9). Se nota la influencia del arco de Mérida por adelgazamiento y erosión parcial en el área mayor Sinco-Silvestre y la influencia del arco de El Baúl por adelgazamiento estratigráfico contra su flanco y erosión total de la formación en los pozos 15-G-401A, -501 y -502.

HEYBROEK (1953) insinuó unos 240 m de la Formación Escandalosa en el área de El Nula, comparados con los 300 m de la sección tipo.

Contactos

El contacto inferior con la Formación Aguardiente se ubica en la base de la lutita "S" y es brusco y concordante en donde la lutita tiene desarrollo típico. El contacto superior se ubica característicamente en el tope de la caliza "O" (Caliza Guayacán) y la base del Miembro La Morita de la Formación Navay (Figura 3, 4, 9). Hacia Guafita-Caño Limón, la Caliza Guayacán cambia a facies arenosa, dificultándose la ubicación del tope crono-estratigráfico. En la represa La Vuelta y la quebrada Batatal, el tope se identifica con la Caliza Guayacán, mientras que en la represa Borde Seco, la caliza no aflora. En la primera represa, la base se coloca en la base de un intervalo lutítico, que se supone sea la lutita "S", mientras que en Borde Seco, se coloca la base en el tope de una caliza que aparece marcar el tope de la Formación Aguardiente. En la sección tipo de la quebrada Escandalosa, el autor, igual que GARCIA JARPA et al. (1980), colocan el contacto con el Miembro La Morita en el tope de una arena glauconítica con 5 m de espesor suprayacente a la Caliza Guayacán, por pertenecer esta arena más bien a la Formación Escandalosa que a la Lutita La Morita.

Edad

MONROY Y VAN ERVE (1987) identificaron los polinomorfos y dinoflagelados en las formaciones Escandalosa y Navay del subsuelo de Apure indicadas en la Tabla 4. Esta lista se ubica en la superzona V + VI de MÜLLER et al. (1985), cuya edad se extiende desde el Turoniano hasta el Maastrichtiano. Considerando que los fósiles provienen indiscriminadamente de las formaciones Escandalosa, Navay y Burgüita, se supone que los pertenecientes a la Formación Escandalosa representan el Turoniano.

RENZ (1982) menciona biohermos de *Exogyra* y un *Coilopoceras* en la Caliza Guayacán del Táchira. En la Figura 4 de su estudio, asigna la Formación Escandalosa al Cenomaniense-Turoniano.

RAMOS et al. (1986) identificaron los polinomorfos listados en la Tabla 5. Los fósiles de las represas La Vuelta y Borde Seco indican una edad de Ceno-

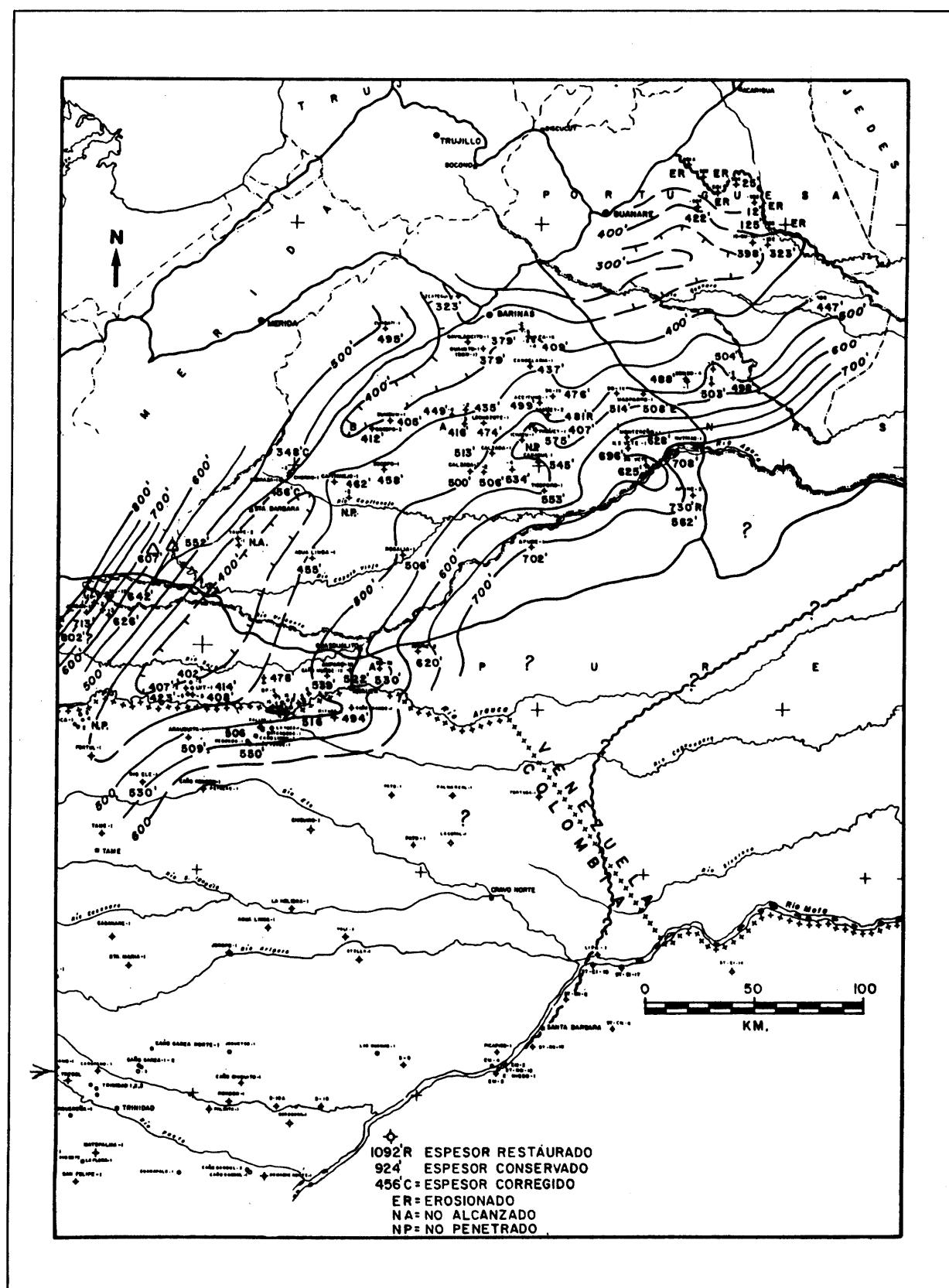


FIGURA 9 - Cuenca Barinas-Apure/Llanos, isópacos, Formación Escandalosa (miembros O, P, R, S)

maniense a Coniaciense, aunque la *C. dampieri* no es más joven que el Albienense/Cenomaniense.

GARCIA JARPA et al. (1980) asignan la formación al Cenomaniense/Turonense en razón de la "fauna encontrada en este nivel".

En conclusión, los datos entre superficie y subsuelo (Figura 8) son algo confusos, debido principalmente a que los análisis palinológicos del subsuelo son preliminares y orientados más a la determinación general de edades que a la precisión de edades por formación. Sin embargo, la evidencia soporta una edad de Cenomaniense a Turonense para la Formación Escandalosa.

Extensión geográfica

La Formación Escandalosa está presente en casi todos los pozos de las cuencas Barinas y Apure y en el piedemonte andino de Barinas. Desaparece al noroeste de la sección tipo por cambio de facies a los litotipos de la Formación La Luna. Las secciones de HEYBROEK (1983) del área de El Nula, pertenecen litológicamente más a la Formación La Luna que a la Formación Escandalosa.

Correlación

La Formación Escandalosa representa la facies arenosa lateral de plataforma de la Formación Capacho (La Luna inferior). La Caliza Guayacán, que marca el tope de la Formación Escandalosa, equivale a la Caliza de la Formación Fortuna o miembro "O" de la Mobil Oil Company en el subsuelo de la cuenca de Barinas. La ausencia local de la Caliza Maraca y de la lutita "S" en secciones de superficie del piedemonte andino dificulta la identificación del contacto de la Formación Escandalosa con las formaciones Apón o Aguardiente en esas áreas.

SMITH (1963) y FEO CODECIDO (1969) fueron los primeros en publicar las correlaciones del subsuelo de Barinas con la superficie de los Andes, y correlacionaron el miembro "T" con la Formación Aguardiente y la lutita "S" con la base de la Formación Escandalosa. GARCIA JARPA et al. (1980, cuadro 8) correlacionaron la Formación Maraca con la base de la Formación Escandalosa, aunque reconocieron (p. 37,53) su relación con la Caliza La Puya y la Formación Peñas Altas (Aguardiente). GAENSLEN (1962, Figuras 2, 3) incluye el miembro "T" en su Formación Escandalosa.

La relación real entre las formaciones Escandalosa y Aguardiente requiere más estudios detallados

de litoestratigrafía y paleontología-palinología en el piedemonte andino; sin embargo, las secciones de las represas La Vuelta y Borde Seco arrojan datos nuevos al respecto. En La Vuelta, el intervalo lutítico con 25 m de espesor ubicado a 154 m por encima del tope de Río Negro, contiene flora no más joven que el Albienense inferior y puede correlacionarse con la lutita "S" (Figura 4).

RENZ (1982) relaciona la Formación Escandalosa con sus miembros Seboruco y Guayacán, su "Zona 3" y su Miembro Chejendé. FABRE (1984) y MILLER (1972) correlacionan la Formación Escandalosa con la parte basal del Grupo Gacheta en las áreas de Bogotá, Quetame y Floresta, y con la parte superior de la Formación Chipaque en el área de Tame, Colombia. Mc COLLOUGH (1986) indica que su Zona K-2B corresponde a la Caliza Guayacán y su K-3 superior a Escandalosa inferior.

Ambiente sedimentario

El ambiente sedimentario de la Formación Escandalosa es básicamente de plataforma litoral a nerítica. La lutita "S" basal refleja un intervalo transgresivo marino abierto, seguido por las aguas someras con barras y lagunas costeras representadas por las areniscas y calizas glauconíticas de los miembros "R". Las arenas P1-2 fueron depositadas en ambiente deltaico que varía desde frente de delta en el área de Caipe a deltaico-interdistributario y fluvial hacia el escudo Guayanense (pozos de Nutrias, Apure). En las áreas de Guafita-Caño Limón, la secuencia predominantemente arenosa fue depositada más cercano a la costa que en los pozos barineses mencionados. La Caliza Guayacán (miembro "O") representa condiciones marinas someras limpias con deposición de biostromas arenáceas-glauconíticas.

FORMACION NAVAY

Los sedimentos de esta formación representan una brusca profundización y la máxima transgresión de los mares cretáceos. Son básicamente lutíticos, con intercalaciones de areniscas, calizas, fangitas y limolitas calcáreas con abundantes escamas y huesos de peces. Aunque difieren en muchos aspectos de litológia y ambiente sedimentario con la Formación La Luna, su estrecha relación litoestratigráfica es evidente en la laminación fina y regular, al alto contenido de sílice, la presencia ocasional de concreciones y la abundancia de restos de peces y fosfatos.

En los afloramientos del piedemonte andino, su

estudio y correlación se dificultan por la pobreza de los afloramientos y la profunda meteorización que ha alterado notablemente la litología original de los estratos. Los colores claros, crema, blancuzco, beige, marrón claro, la ausencia de cemento calcáreas y la destrucción de fósiles y minerales inestables, como la glauconita dan lugar a descripciones poco usuales como "tripolita" y "porcelanita"; las areniscas han sido reducidas a bancos de arena cuarzosa, deleznable y limpia; los fósiles se conservan predominantemente como moldes revestidos de películas de óxido de hierro.

Estos fenómenos posiblemente se deben a la lixiviación, oxidación y lavado por fluidos geoquímicamente activos procedentes de profundidades mayores a través de las grandes fallas.

Litología

La división de la Formación Navay en los miembros La Morita inferior y Quevedo superior, es fácil de seguir en el subsuelo, pero difícil de aplicar en la superficie debido a la escasez y pobreza de los afloramientos.

Los detalles litológicos son ampliamente descritos por PIERCE (1960), RENZ (1959), FEO CODECIDO (1959) y otros. Como todas las unidades del Cretácico, Navay se vuelve más arenosa y más continental hacia el escudo Guayana (i.e., Apure-1 y 2) y hacia la cuenca Apure/Llanos (área Guafita-Caño Limón). En el área fronteriza, el tope de las arenas masivas coincide aproximadamente con el tope del miembro "M" de Quevedo (Figura 3, 10).

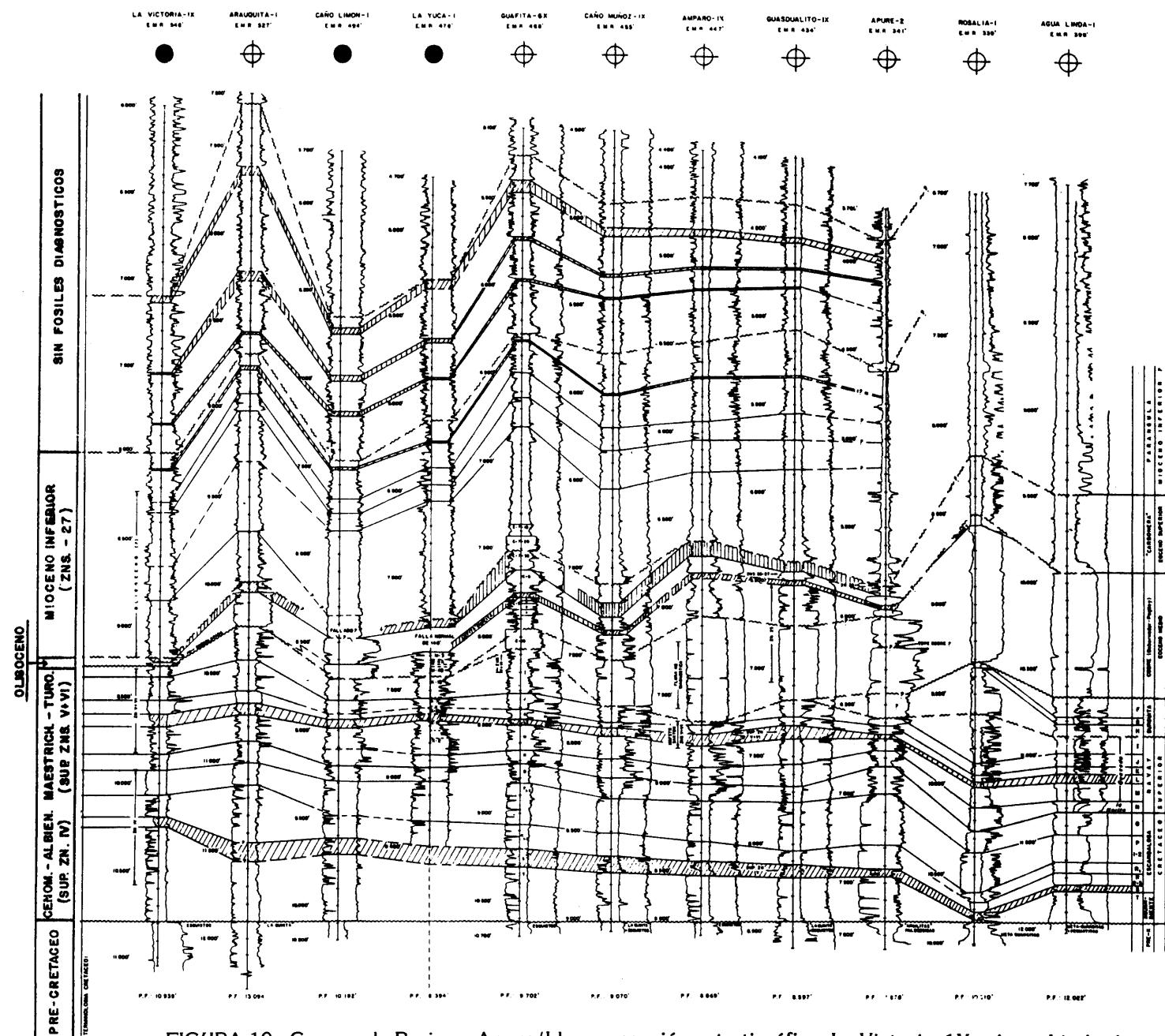


FIGURA 10 - Cuenca de Barinas-Apure/Llanos, sección estratigráfica, La Victoria-1X a Agua Linda-1

Contrario a lo sugerido en la cuenca Barinas en donde el miembro "N" (La Morita) aparenta representar la máxima incursión marina, la evidencia de pozos de Guafita-Caño Limón muestra que el miembro "L" (Quevedo medio) es la lutita marina más persistente en ambas cuencas, y por lo tanto, marca el momento de máxima transgresión cretácica.

En esta área, las calizas ocurren en paquetes de capas delgadas, variables en su posición estratigráfica, pero especialmente en los miembros "M", "J" y "K".

En los altos de Brujas y La Ceiba, el Miembro La Morita se engrosa a un potente paquete de lutitas marinas, con algunas calizas delgadas dispersadas y algunas areniscas glauconíticas-calcáreas en su base. El Miembro Quevedo también se engrosa; se compone de más del 50% lutita pero con paquetes más gruesos de calizas silíceas, areniscas y capas fosfáticas.

Espesor

La erosión post-cretácica dejó espesores muy variables del Cretácico; la discordancia alcanza a la Caliza Guayacán en Apure-3 y a las arenas P1-2 en el campo Hato Viejo. El fallamiento pre-Gobernador resultó en mayores espesores del Cretácico en los bloques deprimidos, lo cual afecta notablemente las velocidades sísmicas intervlálicas del área. En Guanarito, la Formación Navay fue totalmente erosionada en los pozos 15-G-401A, -502, -503, -504, y -505 (Figura 11).

En Barinas, con excepción del área de Guanarito, la línea de acuñamiento erosional del Cretácico no está bien definida; en la cuenca Llanos, hay más control sísmico y de pozos para fijar el acuñamiento. El espesor de la Formación Navay varía desde su acuñamiento en el sur de Apure y los llanos colombianos hasta unos 122 m promedio sobre la plataforma barinesa y unos 610 m en el área de Burgua. Tiende a aumentar su espesor rápidamente al acercarse al surco Uribante.

El Miembro La Morita se mantiene en unos 12-18 m de espesor en los pozos de Barinas, aumentando a más de 61 m en el área Burgua. El Miembro Quevedo promedia unos 91 m de espesor en Barinas, aumentando a más de 457 m en Burgua.

El arco de Mérida se destaca en los isópicos de la Formación Navay, la cual está totalmente erosionada en Calzada-1, Pagüey-1 y -2, San Vicente Norte-1 y Apure-3, y parcialmente erosionada en la mayoría de los pozos del área mayor Sinco-Silvestre. Además de este adelgazamiento sobre la cresta del

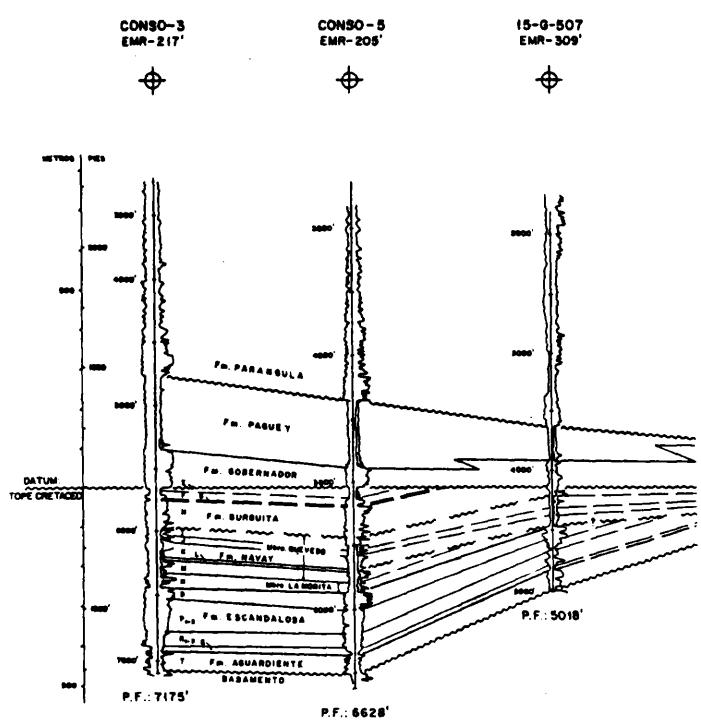
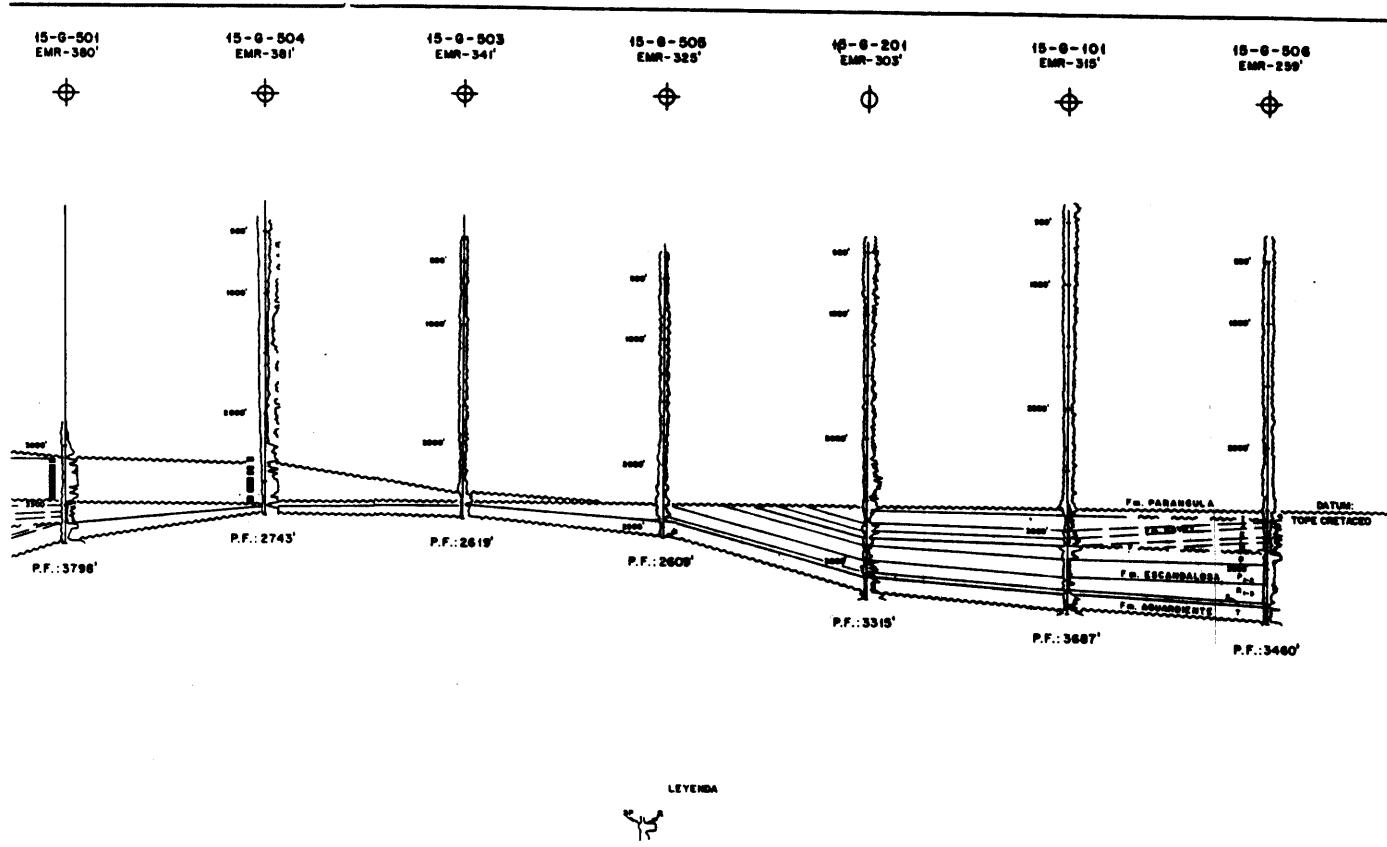


FIGURA 11 - Cuenca Barinas: sección estratigráfica, área Conso-Guanarito

arco de Mérida, la Formación Navay muestra la misma tendencia que las formaciones infrayacentes de espesores menores en el lineamiento Guanarito-Capitanejo.

Contactos

El contacto inferior del Miembro La Morita con la Formación Escandalosa (Figura 3, 4, 11, 12) es brusco y concordante, y se ubica en el tope de la primera caliza del Miembro Guayacán. El contacto superior con la Formación Burgüita ha sido interpretado durante muchos años como una probable diastema (Figura 12). Con la evidencia de nuevos pozos en Apure, la validez de este diastema se confirma (Figura 3). En el área Sinco-Silvestre, el miembro "I" varía considerablemente su espesor por debajo del miembro "H" (Burgüita) desde 3 m en 13-M-201 a 30 m en



Silván-5. En el resto de la cuenca Barinas, varía entre 8 m en Calzada-3 a 70 m en Rosalía-1. En el área de Guafita-Caño Limón, este diastema elimina localmente los miembros "I" y "J" por debajo de Burgüita. Esta evidencia de erosión intra-cretácica entre la Formación Navay y Burgüita se relaciona directamente con el diastema insinuado en la cuenca de Maracaibo entre la Formación La Luna y la Caliza Socuy de la Formación Colón a nivel de la arenisca glauconítica-fosfática del Miembro Tres Esquinas.

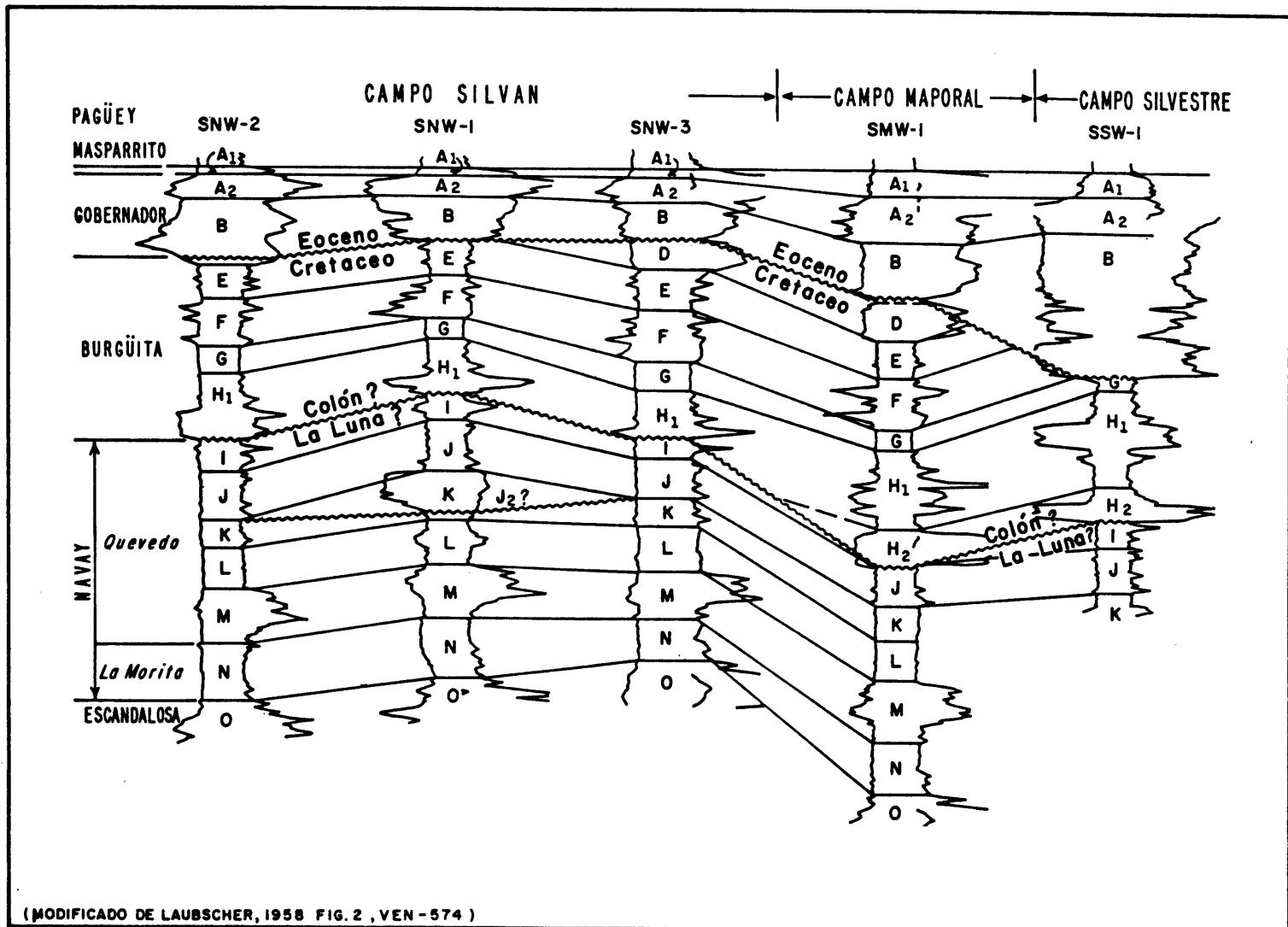
Se propone como hipótesis tentativa que el Miembro Tres Esquinas se identifica en los pozos del alto La Ceiba como una zona altamente radioactiva (fosfática?) asociada con lutitas y calizas fosilíferas inmediatamente por debajo de las arenas basales de Burgüita, en los intervalos 2166-2181 m (MS-1X), 1992-2005 m (LCB-1X) y 1579-1590 m (J-1X). Este intervalo es la zona más radioactiva del Cretáceo en los tres pozos y corresponde al intervalo 1507-1522 m aproximadamente, en Burgua-3, lo cual subiría el

contacto entre los miembros Quevedo y Burgüita de RENZ desde 1557 m a 1500 m en ese pozo.

HEYBROEK (1953) encontró la zona glauconítica con restos de plantas bien expuesta en el río Cuite, en la base de lutitas típicas de la Formación Colón.

Edad

La evidencia de RENZ (1959) en la quebrada Escandalosa y el pozo Burgua-3 ubica al Miembro La Morita en el Coniaciense. BERMUDEZ (inédito) identificó en el río Suripá, *Chilogüembelina* sp., *Globigerina* sp., y *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), además de *Bulimina* sp., *Ammobaculites* sp. y pequeños *Inoceramus* sp. en la quebrada Escandalosa. PIERCE (1960) asigna a su Formación Navay (que posiblemente incluye Burgüita) al Campaniense-Maastrichtiense. Mobil Oil Company (inédito) describió foraminíferos



(MODIFICADO DE LAUBSCHER, 1958 FIG. 2 , VEN-574)

FIGURA 12 - Área Silván-Maporal-Silvestre, lenticularidad y diastemas (?) en la Formación Navay

de los miembros "I", "J" y "M" (Quevedo) en Capitanejo-1 como *Anomalina redmondi*, *Porodiscus cretaceus* y *Rugoglobigerina rugosa*. MONROY Y VAN ERVE (1987) no discriminaron entre las formaciones Navay y Escandalosa, asignando el conjunto a la super zona palinológica V + VI (Turoniano-Maastrichtiense) en los pozos de Guafita-La Victoria (Figura 8).

RAMOS et al. (1986) estudiaron la flora y fauna de las represas del área del río Caparo (Figura 8), reportando los fósiles de la Tabla 6 que ubican al Miembro La Morita en el Coniaciense-Maastrichtiense y Quevedo en el Maastrichtiense.

Esta evidencia no parece conclusiva, aunque es posible que la facies litológica de la Formación Na-

vay se extienda a la Formación Burgüita en esta área. Falta estudiar en más detalle la lito- y bioestratigrafía de la Formación Burgüita y la Formación Navay en el área.

La clave de las edades respectivas de las formaciones Navay y Burgüita podría ser la identificación en Barinas-Apure-Táchira suroeste del equivalente del Miembro Tres Esquinas (zona glauconítica-fosfática) cuya edad sería Campaniense según los nanoplancos *Arkhangelskiella costata*, identificado en LCB-1X en el intervalo 1998-2074 m por MONROY Y ARNSTEIN (1984), quienes también identificaron los microfósiles indicados en la Tabla-7 en los pozos J-1X y LCB-1X del área Burgua.

Sin embargo, estudios recientes de V.F. HUNTER

(comunicación oral de VAN ERVE) concluyen que los miembros Socuy y Tres Esquinas se restringen al Maastrichtiense.

El conjunto de datos de las represas y de los pozos del alto La Ceiba sugieren que las formaciones Navay y Burguita se extienden desde la base del Coniaciense hasta el Maastrichtiense y que la Formación Burguita podría llegar hasta el Paleoceno, inclusive. Los límites de edad individuales de los miembros La Morita y Quevedo y la Formación Burguita aún requieren más estudios en detalle.

Extensión geográfica

La Formación Navay se diferencia de la Formación La Luna en la superficie, desde el área del río Caparo y Libertad de Canaguá hasta el río Bumbum, y en el subsuelo desde el área de los pozos Burgua hasta el arco El Baúl y el área fronteriza de Guafita-La Victoria-Caño Limón-Arauca (Figura 3, 4, 10). En la quebrada Escandalosa del río Doradas, el litotipo la Formación La Luna se desarrolla en la parte superior de la Formación Navay. En la mayor parte de la cuenca Llanos de Colombia, es preferible la aplicación de otra nomenclatura ya que las facies del Cretácico cambian apreciablemente. En el área del río Santo Domingo-quebrada Bellaca, esta secuencia adquiere nuevamente sus facies típicamente la Formación La Luna.

Correlación

La Formación Navay es estratigráficamente equivalente a la parte superior de la Formación La Luna; en términos generales, el Miembro Quevedo es equivalente a la Ftanita de Táchira y el Miembro La Morita y al Miembro Timbetes. En la cuenca Barinas, el Miembro La Morita corresponde al miembro "N" y el Miembro Quevedo a los miembros I, J, K, L y M. La Formación Navay equivaldría a la parte superior de la Formación Gacheta de FABRE (1984) y al Grupo Guadalupe en los llanos colombianos. En el área fronteriza, Campo Caño Limón (Figura 10), el miembro "K-1" (intervalo arcilloso-carbonático) de Mc COLLOUGH (1986) es equivalente al Miembro Quevedo, mientras que el miembro "K-2A" (areniscas masivas) es equivalente al Miembro Quevedo basal, más el Miembro La Morita (miembro "M y N" de Barinas).

Ambiente sedimentario

La Formación Navay, según GARCIA JARPA et al. (1980), se depositó "a lo largo de una costa con numerosas desembocaduras de ríos que formaban estuarios" en aguas marinas someras, salobres y bien oxigenadas. La presencia de radiolarios en la Formación La Morita, así como diversos estratos de ftanita y fosfatos en el Miembro Quevedo, sugieren que el ambiente alcanzaba profundidades mayores (más de 300 m) y localmente euxínicas. Los mismos autores citados mencionan que la transgresión cretácea culminó durante el Coniaciense (Miembro Timbetes) y esto aparenta corroborarse por la persistencia de la lutita "E" en Barinas y Apure. El ambiente predominante fue probablemente de aguas someras con algunas oscilaciones a mar abierto más profundo.

FORMACION BURGUITA

Esta formación parece ser una secuencia cartografiable en el subsuelo, pero en afloramiento es difícil, si no imposible, distinguirla de la Formación Navay. Su principal diferencia con la Formación Navay es su naturaleza más arenosa y menos marina, reflejo de su carácter regresivo; esta diferencia es más notable en el subsuelo de Barinas que en afloramientos o el subsuelo del área de Burgua en donde las lutitas y calizas son de igual o mayor importancia que las areniscas.

Litología

La descripción original de REMZ (1959) y los comentarios de FEO CODECIDO (1959) definen adecuadamente los caracteres generales de la formación. Las areniscas son masivas, muy lenticulares y erráticas en su desarrollo, mostrando una tendencia hacia capas más delgadas y con mayores interestratificaciones lutíticas hacia arriba, especialmente en los miembros "F" y "G". No se le han notado intervalos fosfáticos-radioactivos ni ftaníticos, lo cual ayuda a distinguirla del Miembro Quevedo infrayacente.

En el área Burgua, la formación se inicia con un potente paquete de areniscas, calizas y lutitas referido informalmente como "Burguita basal" cuyo tope conforma un buen reflector sísmico en esa área. Las

calizas son de color crema, gris y marrón claro, duras, microcristalinas, glauconíticas, carbonáceas y piriticas. La arenisca es blanca a gris claro, de grano medio a fino, regularmente escogida, calcárea y algo glauconítica. Las lutitas y arcillas son de color gris a marrón, plásticas a duras con fractura bloqueada, carbonáceas, piriticas y no-calcáreas.

Suprayacente a la Formación Burgüita basal, los siguientes 152 m son predominantemente lutitas marrones, grises y carbonáceas que gradan a limolitas y arcillas con intercalaciones de caliza glauconítica blanca a gris y areniscas similares a las basales. Las capas superiores de la Formación Burgüita son más arenosas.

En el área de El Nula-Sarare, la Formación Burgüita cambia a facies más típicas de las formaciones Colón y Mito Juan, predominando las lutitas gris oscuro a negro, con algunas intercalaciones de areniscas y calizas.

Los 94 m superiores se componen de areniscas calcáreas, lutitas con concreciones y nódulos de arcilla siderítica, calizas arenosas, comunes en *Ostrea* y otros macrofósiles, incluyendo la Amonita *Coahulites*. HEYBROEK (1953) correlaciona este intervalo con el Miembro Río de Oro del distrito Colón, Zulia.

Espesor

Debido a la profunda erosión del tope del Cretácico, el espesor de Burgüita varía considerablemente. Su espesor promedio en la cuenca Barinas es de unos 119 m, el cual baja a 21 m en el campo Silvestre y 10 m en Sínco. Tiene mayores espesores en las áreas originalmente bajas como el depocentro Capitanejo o el flanco noreste del arco de Mérida. Está erosionada totalmente en el área Guanarito y gran parte del área mayor Sínco-Silvestre.

Su mayor desarrollo está en el área de Burgua, en donde alcanza 412 m de espesor en LCB-1X. Tiene unos 46 m de espesor en el área Guafita, aumentando a 91 m en las áreas estructuralmente bajas.

El miembro basal de la Formación Burgüita tiene unos 152 m de espesor en los altos de Brujas y La Ceiba, de los cuales la caliza del tope comprende 27 m y la lutita inferior, 21 m.

HEYBROEK (1953) midió espesores de unos 610 m para las formaciones Colón y Río de Oro (equivalentes de la Formación Burgüita) en el área de Sarare-El Nula (Tabla 8).

Contactos

El tope de la Formación Burgüita es una discordancia angular en toda el área estudiada, con la posible excepción del área Burgua en donde sus relaciones con el Paleoceno requieren más estudio. FABRE (1984) y otros sugieren una relación Cretácico-Paleoceno normal en la antefosa de la cordillera Oriental.

Como fue discutido anteriormente, se presenta aquí la posibilidad que el contacto entre las formaciones Burgüita y Quevedo en Apure se identifique con el contacto entre las formaciones Colón y La Luna en la cuenca Maracaibo, siendo marcado por un intervalo radioactivo en los pozos LCB-1X, J-1X y MS-1X que correspondería al Miembro Tres Esquinas. Este contacto se considera que representa una discordancia, o por lo menos un período de no sedimentación. Las correlaciones de perfiles eléctricos de todas las cuencas Barinas y Apure confirman esta relación (Figura 4, 10, 12).

Edad

La Formación Burgüita aparentemente es predominante del Maastrichtiense, llegando posiblemente hasta el Campaniense superior. Los nanno-plancton previamente mencionados del tope del Miembro Quevedo (posiblemente del Miembro Tres Esquinas) son del Campaniense superior. MONROY Y ARNSTEIN (1984) también identificaron palinomorfos del Maastrichtiense del intervalo 1673-1692 m en LCB-1X *Proteacidites dehaani*, *Retitricolporites* sp. y *Psilatricolporites* sp.

La flora paleocena reportada por estos autores probablemente proviene de derrumbes de las formaciones Barco y Los Cuervos, suprayacentes.

MONROY Y VAN ERVE (1987) identificaron los siguientes palinomorfos de la Formación Burgüita en el pozo Maporal SMW-13, intervalo 3002-3013 m, los cuales asignan a la zona 13 de MÜLLER et al. (1985) del Maastrichtiense superior.

- Laevigatosporites* sp.
- Retitricolporites* sp.
- Polypodiisporites* spp.
- Microthyriacites* sp.
- Dehaanicysta australiana*
- Foveotriletes margaritae*
- Deltoispora* sp.
- Proxapertites cursus*

TERCIARIO

A raíz de la información geológica arrojada por los descubrimientos de los campos Arauca (1980), Caño Limón (1983), Guafita y La Victoria (1984), se hizo evidente que las correlaciones estratigráficas del Terciario en la cuenca de Apure/Llanos dejaban mucho que desear, y que era imprescindible esclarecer las relaciones lito- y bioestratigráficas para poder orientar inteligentemente la búsqueda de hidrocarburos nuevos cuyo entrampamiento estratigráfico es tan importante como las trampas estructurales en esa cuenca.

Se hizo evidente, a la vez, la presencia e importancia del arco de Arauca como elemento sobresaliente en la evolución tectónica de la región como foco de acumulaciones petrolíferas, y en la evolución sedimentaria como barrera parcial entre las cuencas de Barinas y Apure/Llanos. Algunos de los problemas lito-bioestratigráficos que aún se enfrentan son:

1. Correlación de las secuencias terciarias de Guafita-La Victoria con las cuencas de Barinas, Apure/Llanos y Maracaibo.
2. Ubicación y magnitud del diacronismo en los lito-facies regionales.
3. Detallar la geometría del arco Arauca en relación a fallas regionales, acuñamientos estratigráficos y orientación de ambientes deltaicos.
4. Reconstrucción de la evolución tectónica-sedimentaria en relación a cuencas adyacentes.
5. Ubicar y discriminar entre: a) anomalías estructurales, b) anomalías estratigráficas y c) anomalías combinadas.

Los máximos espesores de sedimentos terciarios se encuentran en los depocentros Capitanejo en la cuenca de Barinas, y Arauca en la cuenca de Apure/Llanos, lo cual refleja la progresiva complejidad de las grandes cuencas estructural-sedimentarias, particularmente a partir del Mioceno medio, hasta sus actuales configuraciones.

El depocentro Capitanejo contiene más de 4450 m de sedimentos terciarios de los cuales casi 3960 m pertenecen al Terciario joven. El depocentro Arauca tiene un espesor aún mayor que alcanza a los 6400 m de los cuales 5480 m son del Terciario joven.

Las correlaciones lito- y bioestratigráficas de estos sedimentos son particularmente difíciles debido a cambios laterales de facies, paucidad de los fósiles diagnósticos de edad, escasez de pozos y retraso en la adquisición e interpretación de datos sísmicos. La utilización de la palinología, la sismoestratigrafía, los minerales pesados y, especialmente, los datos de nuevos pozos prometen dilucidar muchas de las incógnitas

tas en un futuro cercano. El laboratorio de Corpoven, S.A. trabaja activamente en estos problemas, con resultados prometedores.

GRUPO OROCUE (FORMACIONES CATATUMBO - BARCO - LOS CUERVOS)

El Grupo Orocué y sus formaciones componentes se definieron en la concesión Barco, Colombia, parte suroeste de la cuenca de Maracaibo, por NOTES-TEIN et al. (1944). Básicamente, el grupo representa condiciones paludales-deltaicas al final de la regresión del magnaciclo cretácico y refleja la incipiente destrucción de la gran cuenca marginal cretácea que rodeaba el escudo de Guayana y sus equivalentes africanos durante las primeras fases de la deriva de los continentes de Sudamérica y África. El allanamiento de los mares durante el Paleoceno es consecuencia del levantamiento general del norte de Sudamérica y, en Venezuela occidental, el inicio del orogénesis de la cordillera Central de Colombia.

En las áreas de mayor desarrollo, se distingue fácilmente la triple división del grupo, marcado por la presencia prominente en su parte media de las areniscas masivas de la Formación Barco. Hacia el este, acercándose a su acuñamiento estratigráfico, el grupo pierde su individualidad, volviéndose una cuña de areniscas masivas con tendencia a ser más lutáceo en su parte superior.

CORPOANDES-KOPEX (1981) y BAR et al. (1985) describen ampliamente el Grupo Orocué en el área carbonífera de Santo Domingo, Táchira (río Cuite, quebradas Colorada y Carbonera) aunque, siguiendo los estudios del Ministerio de Energía y Minas, asignaron las unidades litológicas equivocadamente a la secuencia Los Cuervos-Mirador-Carbonera en lugar de las formaciones Catatumbo, Barco y Los Cuervos. HEYBROEK (1953) ya había reconocido la edad correcta de la secuencia basado en estudios palinológicos, y la edad paleocena fue confirmada por TERAN et al. (Intevep 1986).

Litología

La Formación Catatumbo es básicamente lutácea, en laminaciones y estratos delgados muy regulares y distintivos, con ocasionales carbonos delgados, areniscas arcillosas, que se vuelven calcáreas y glauco-

níticas hacia la base. En el área de El Nula, HEYBROEK (1953) describe areniscas grises, lutitas y areniscas arcillosas con restos de plantas y glauconita cerca de la base. La estratificación excepcionalmente regular persiste en este área.

CORPOANDES-KOPEX (1981) y BAR et al. (1985) describen a Catatumbo con un intervalo inferior de lutitas grises a gris moradas, fina y nítidamente estratificadas, con intercalaciones de limolita arenosa gris claro y algunas calizas fosilíferas gris amarillentas de 2 m de espesor. La parte media se compone de alternaciones de lutitas y limolitas arenosas con algunas capas delgadas de arcilla caolinítica y menor número de calizas. La parte superior es más arenosa, aumentándose el número y espesor (5 m) de arenas y el tamaño de sus granos, y predominando las limolitas a las lutitas. Algunos carbonos delgados (0,2 a 0,4 m de espesor) aparecen entre lutitas carbonáceas cerca del tope de la formación.

HEYBROEK (1953) describe la Formación Barco como areniscas masivas blanco-amarillentas con intercalaciones de carbón y arcilita. Sin control paleológico adecuado, se confunde fácilmente con la Formación Mirador.

CORPOANDES-KOPEX (1981) y BAR et al. (1985) reportan "bancos de areniscas blanquecinas, localmente intercaladas con rocas arcillosas", siendo la parte inferior de grano fino, la parte medio de grano mediano que gradan hacia arriba a conglomerados, y la parte superior de grano fino, pelítica y arcillosa. Aunque las arenas son limpias y cuarzosas, contienen material caolinítico como cemento. El tope de la formación se caracteriza por mayor abundancia de limolitas grises. La formación es resistente a la erosión, si se la compara con las formaciones adyacentes, formando estrechas gargantas en las corrientes principales, y fuertes escarpados en los terrenos intermedios.

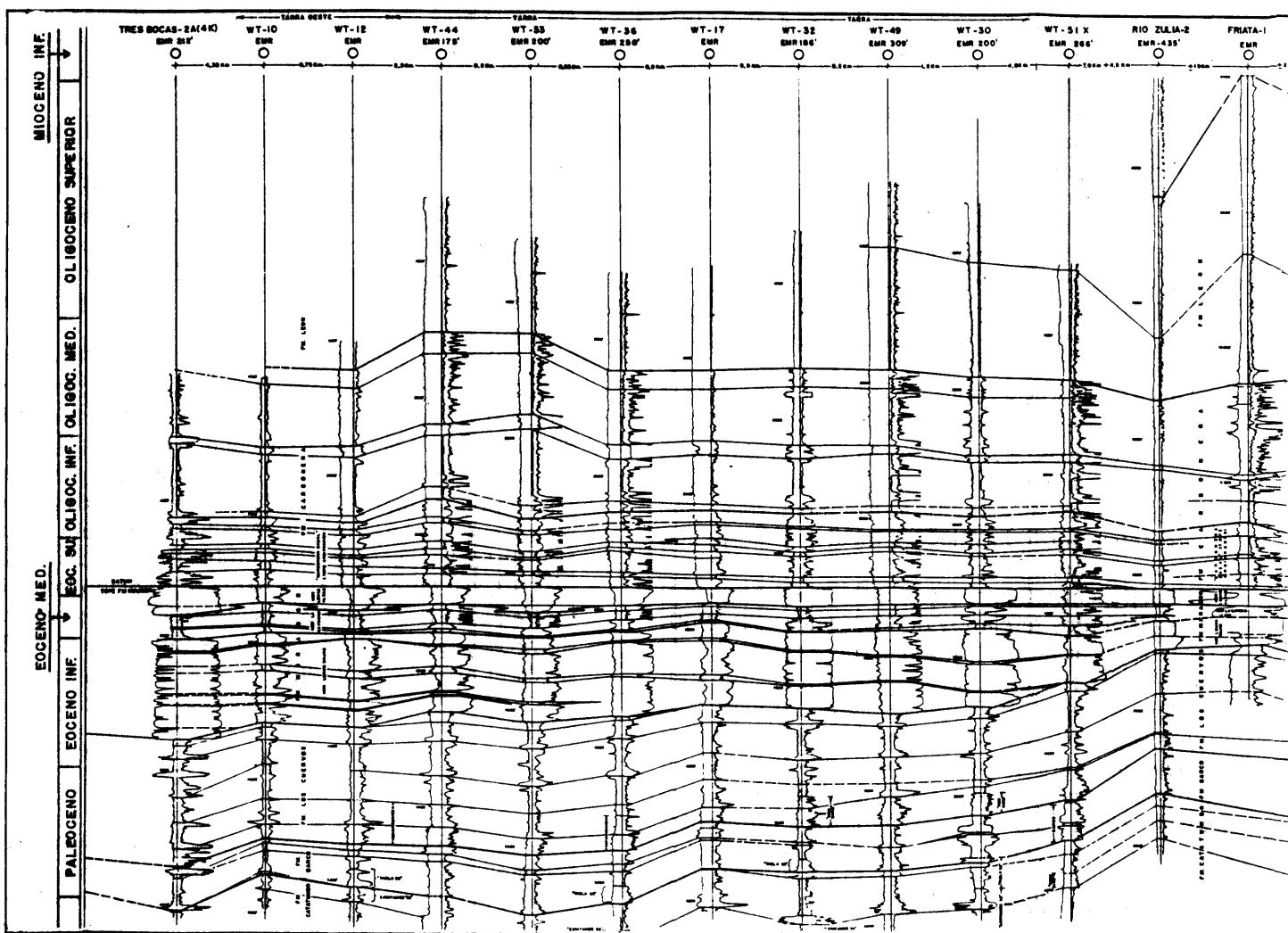


FIGURA 13 - Área Tibú-Apure-Barinas, sección de correlación (pozos y afloramientos), formaciones Carbonera-Mirador-Grupo Orocué

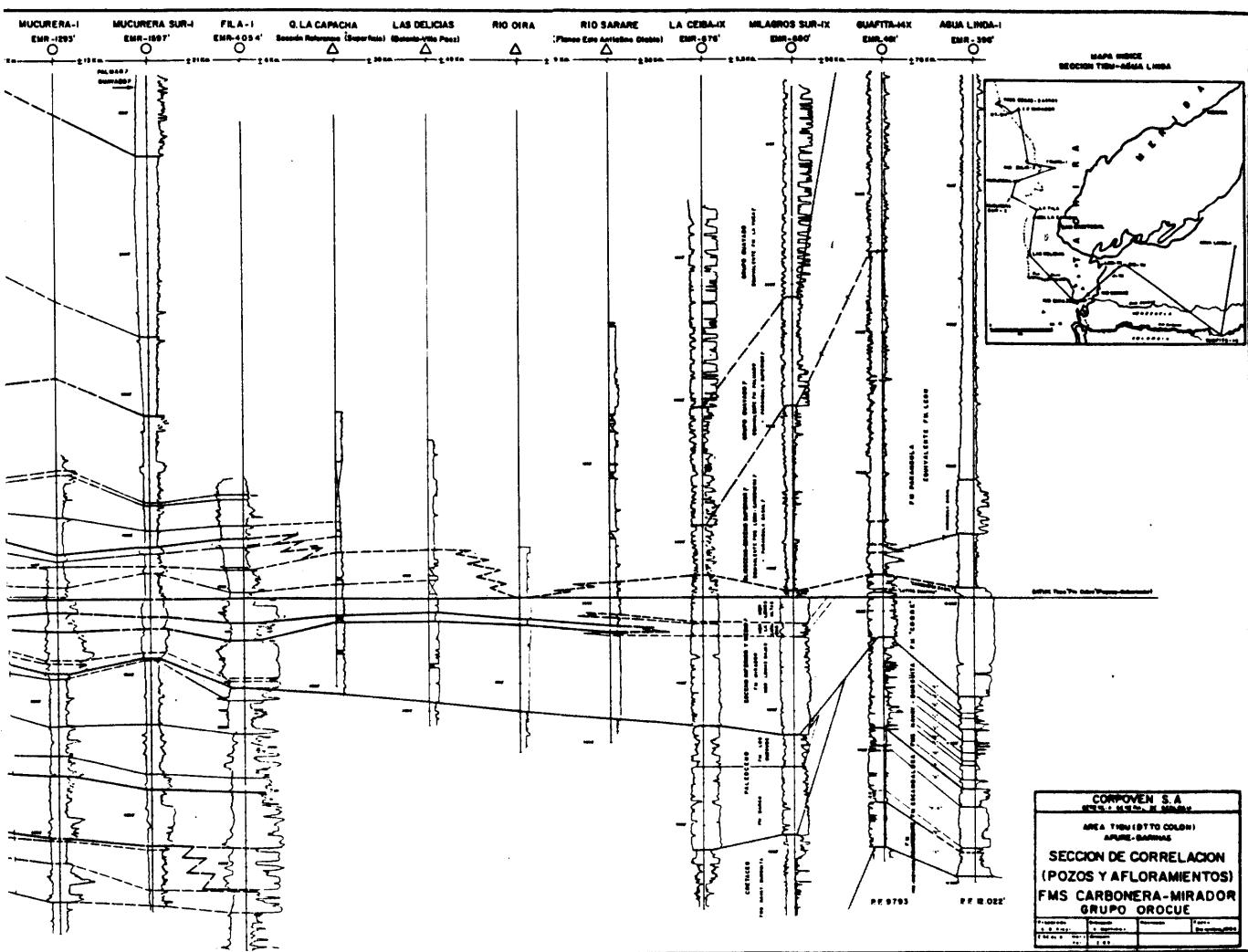
El autor opina que la diferenciación litológica entre las formaciones Barco y Mirador se basa en:

1. Menor espesor general de la Formación Barco.
2. Mayor lenticularidad de la Formación Barco.
3. Más intervalos lutíticos-limolíticos en la Formación Barco.
4. Mayor variación y peor escogimiento de granos en la Formación Barco. Las areniscas de la formación tienden a ser asperonas mal escogidas, y comúnmente de aspecto "sal y pimienta".
5. El ambiente sedimentario de la Formación Barco es más costanero, más deltaico-pantanoso que la Formación Mirador.
6. La Formación Mirador se compone de bancos arenosos más gruesos y más persistentes que la Formación Barco, más limpios (cuarzosos) y con menos intercalaciones arcillosas.
7. Ambas formaciones contienen capitas y lentes de carbón, además de lentes con granos detríticos de

carbón y de clastos angulares de lutitas.

En el suroeste de la cuenca de Maracaibo, (Figura 13) las areniscas masivas de la Formación Barco parecen variar su posición estratigráfica dentro del Grupo Orocué y en algunos pozos (i.e., WT-44) desaparecen casi por completo, mientras que en otros (i.e., Fila-1) se extienden hacia abajo a expensas de las lutitas de la Formación Catatumbo.

La Formación Los Cuervos, según HEYBROEK (1953), se compone de una serie de carbones entre 0,3 y 2 m de espesor que alternan con lutitas grises, arcillas carbonáceas, areniscas y lutitas arenosas. Dicho autor anotó 12 capas de carbón en el río Oirá (quebrada La Línea). Menciona que las areniscas tienen una apariencia característica debido a las finas e irregulares intercalaciones o "películas" de arcilla. Lentes y concreciones de arcilitas siderítica son frecuentes.



CORPOANDES-KOPEX (1981) y BAR et al. (1985) estudiaron la secuencia carbonífera en gran detalle en el "yacimiento carbonífero de Santo Domingo", con estudios de superficie y más de 20 sondeos perfilados con curvas de rayos gamma y resistividad a profundidades máximas de 500 m (Figura 14). Los promedios litológicos de los sondeos dan valores de 6,3% carbón, 32,6% lutita, 30,2% limolita, 30,7% arenisca y 0,2% siderita. Identificaron 40 mantos de carbón, 19 de los cuales tienen espesores entre 0,8 y 6 m. Clasifican los carbones como "húmicos" con algo de carbón sapropélico, compuestos de los macerales exinita (predominante), huminita-vitrinita (común) e inertinita. Notaron que los inertinitas aumentan en profundidad a expensas de los huminita-vitrinitas. Su índice de reflectancia (Ro) varía entre 0,25% y 0,65%.

Los aspectos más notables son la multiplicidad de estructuras sedimentarias: rizaduras, estratificación cruzada, bioturbación, estructuras de carga y de "fla-

ser", clastos de lutitas, junto con la fina laminación de todas las litologías, la ocasional presencia de capas y peloticas rojizas ladrillo de roca siderítica, y las arcillas untuosas carbonáceas grises oscuro a negros. La formación tiende a ser más limolítica-arenosa en la parte inferior, más lutácea en el medio y más arenosa en la parte superior.

Estas arenas superiores, en la quebrada Colorada, son grises a amarillentas, masivas en capas de varios metros, compactas, de grano fino a muy fino, arcillosas, finamente laminadas, y laminada-cruzada. Los restos de plantas son comunes en toda la formación (Figura 15).

En algunas quebradas, afloran "porcelanitas" de colores vivos rojizos, amarillo, marrón, morado, fenómeno que se debe a la autocombustión de las arcillas y lutitas altamente carbonáceas asociadas con los carbones.

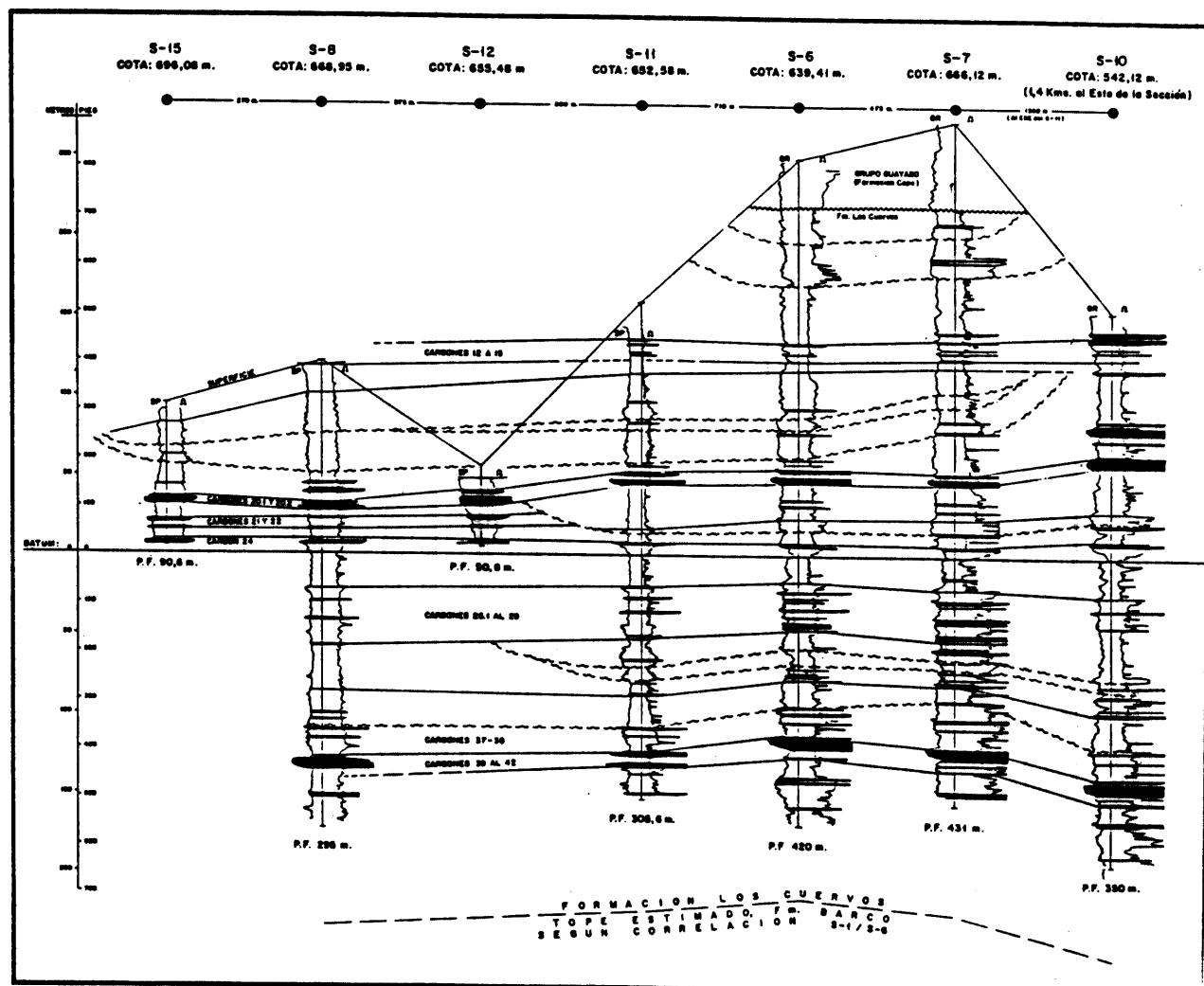


FIGURA 14 - Yacimiento Carbonífero de Santo Domingo, sección estratigráfica de sondeos Corpoandes, Formación Los Cuervos.

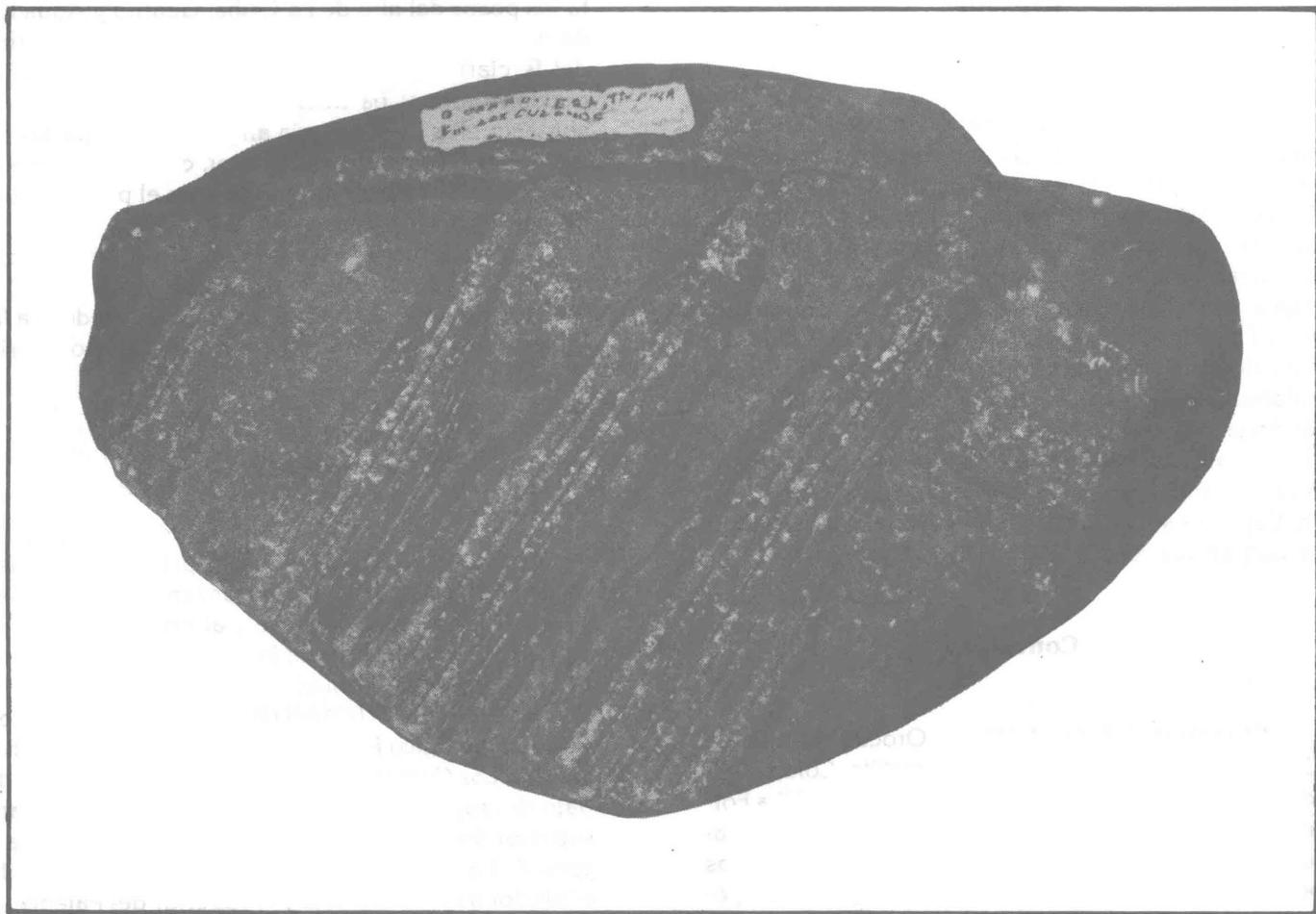


FIGURA 15 - Fotocopia de canto rodado, quebrada Carbonera, yacimiento carbonífero de Santo Domingo, Táchira, con restos de plantas, Formación Los Cuervos.

Afloran algunas calizas delgadas, grises, amarillentas, arenáceas, localmente con estructura de cono-en-cono. Es de especial interés la sección de la quebrada Colorada por la presencia de flora del Eoceno medio similar a la flora típica de la Formación Mirador en la quebrada La Capacha. Casi la mitad de la sección medida, 305 m del total de 668 m, contiene flora del Eoceno medio y corresponde a un intervalo predominantemente arenoso, suprayacente al principal intervalo de carbones masivos, que tiene flora del Paleoceno-Eoceno inferior.

El suscripto se resiste a correlacionar, solamente en base a edades palinológicas similares, este intervalo arenoso con la Formación Mirador, que indudablemente aflora en el río Cuite a unos 6 km al suroeste, con su litología típica de gruesos mantos de arenisca blancuzca, de grano grueso a conglomerático, con pocas intercalaciones de lutita, que forman un pre-

cipio de unos 300 m de alto.

La secuencia de la quebrada Colorada se caracteriza por su grano fino a muy fino, laminaciones finas y arcillosas, abundantes estructuras sedimentarias como el tipo "flaser" y un alto porcentaje de lutitas carbonáceas-micáceas intercaladas en las areniscas. Aunque compactas, las areniscas no forman precipicios ni crestas, siendo pareja su resistencia a la erosión con el intervalo de carbones infrayacentes. Tentativamente, se interpreta este intervalo como una sección nueva, más joven, de la Formación Los Cuervos, erosionado en otras partes de la depresión del Táchira en la discordancia entre las formaciones Los Cuervos y Mirador. Falta estudiar y mostrar los afloramientos del área con más detalle para aclarar las relaciones entre las formaciones Los Cuervos y Mirador.

Espesor

El espesor global del Grupo Orocué varía desde su acuñamiento estratigráfico norte-sur a lo largo de la cuenca Apure/Llanos a máximos de 838 m en el área de El Nula y más de 1370 m en el río Umuquena. Los isópacos regionales muestran un pronunciado lineamiento norte-sur de máximos y mínimos de espesor con ejes máximos en la línea río Umuquena-área El Nula y Rubio-Cúcuta-campo Río Zulia y un eje mínimo en la línea Táriba-La Fría. En los llanos colombianos, el espesor varía desde cero a 457 m en las áreas de Yopal y Agua Clara. FIERRO Y PAREDES (1987) midieron 289 m del Grupo Orocué, esencialmente arenoso, en la quebrada Batatal del río Caparo. Espesores individuales del subsuelo y superficie se dan en las Tablas 8, 9 y 12.

Contactos

El contacto inferior del Grupo Orocué (Formación Catatumbo) con las formaciones Burgüita, Colón o Mito Juan parece ser conformable y transicional. La Formación Barco es transicional con la Formación Catatumbo, por debajo, y con la Formación Los Cuervos por arriba; el desarrollo de areniscas masivas componentes de la Formación Barco parece variar en posición estratigráfica dentro del grupo (Figura 11), y varía notablemente su contenido de arena, haciendo que ambos contactos de la formación (*sensu stricto*) sean fuertemente diacrónicos en sentido local.

Tanto en el campo Arauca como en los pozos del área de Burgua, el contacto entre las formaciones Barco y Burgüita es brusco entre estratos marinos cretácicos y areniscas "deltaicas" paleocenas, indicando un período de erosión o no-deposición.

El contacto entre las formaciones Los Cuervos y Mirador es característicamente brusco, marcando el cambio de las lutitas carbonáceas de la Formación Los Cuervos a las areniscas potentes, conglomeráticas y cuarzosas de la Formación Mirador. Varios autores como GONZALEZ DE JUANA et al. (1980) y ALBRIZZIO (1969) describen el contacto como conformable e incluso, como transicional (FIERRO Y PAREDES, 1986). MILLER (1959), ROBERTSON RESEARCH (1983) y GONZALEZ GUZMAN (1967) interpretan el contacto como discordante por lo menos localmente.

La sección estratigráfica de perfiles eléctricos (Figura 13) desde Tarra Oeste a través de río Zulia, el área Cúcuta-San Antonio, las áreas de Rubio y El Nula has-

ta los pozos del alto de La Ceiba, Guafita y Agua Linda muestra las correlaciones "crono"-estratigráficas del Terciario, la lenticularidad de las arenas de la Formación Barco y, particularmente la evidencia de un contacto erosional de baja angularidad entre las formaciones Los Cuervos y Mirador, con un máximo de unos 61 m de sección erosionada en el pozo Mucurera Sur-1 con respecto a WT-44.

En el subsuelo de la cuenca Apure/Llanos, el contacto superior del Paleoceno (Barco-Los Cuervos) es obviamente una discordancia erosional en donde falta parte del Paleoceno (?) y todo el Eoceno inferior y medio.

Edad

La edad del Grupo Orocué es predominantemente del Paleoceno, tal vez alcanzando al Cretácico (Maastrichtiense) en su base y al Eoceno inferior en su tope, en el suroeste de la cuenca de Maracaibo y la depresión del Táchira.

GONZALEZ GUZMAN (1967, 1968) coloca el contacto palinológico Paleoceno-Eoceno dentro de la Formación Los Cuervos en el campo Tibú a 70 m por debajo del tope de la formación; por lo tanto, la parte superior de la Formación Los Cuervos pertenece a la zona A-I a y b del Eoceno inferior y la parte medio e inferior a las zonas C, B y A superior del Paleoceno; la Formación Barco incluye la mayor parte de las zonas A medio e inferior del Paleoceno; la Formación Catatumbo pasa del Paleoceno (Zona A basal) al Maastrichtiense (zonas C y B superior y medio). En el área de Tibú, solamente los 12 m superiores de la Formación Catatumbo son del Paleoceno.

MONROY Y ARNSTEIN (1984) identificaron en núcleos convencionales y de pared del pozo LCB-1X (1312-1579 m) flora del Paleoceno tales como *Proxapertites operculatus* y *Ctenolophonidites lisamae*; en muestras del canal del MS-1X (1540-1607 m) a *Proxapertites operculatus*, *P. cursus* y (1684-2007 m) *Longapertites vaneendenburgi*, *Foveotrilletes margaritae* y *Retidiporites magdalenensis*.

Los estudios de TERAN et al. (1986) sobre muestras de superficie en la depresión Táchira identificaron una abundante flora que prueba la edad de Paleoceno a Eoceno inferior para la Formación Los Cuervos en las secciones de Lobaterita Este, quebrada La Capacha, Peracal-Las Adjuntas y la quebrada Colorado.

Ya se ha discutido el problema del Eoceno medio en la quebrada Colorado, y su posible relación con la Formación Mirador.

Extensión geográfica

El Grupo Orocué tiene su principal desarrollo en la parte suroeste de la cuenca de Maracaibo y la depresión del Táchira. Su línea de acuñamiento estratigráfico atraviesa de noreste a suroeste a lo largo de la cuenca Apure/Llanos, pasando al oeste del pozo Río Ele-1 y el campo La Victoria, y al este de Santiago-1 y los campos Trinidad y Arauca y se acuña al este de los pozos del área Burgua, y a lo largo del río Caparo (Figura 3). No existe Paleoceno en la parte media y este de la cuenca Apure/Llanos ni en ninguna parte de la cuenca Barinas. La Formación Catatumbo desaparece por cambio de facies (?) al este del área de El Nula.

Correlación

El Grupo Orocué y sus formaciones componentes se correlacionan con la parte superior de la Formación Guaduas, las formaciones Socha, Cacho, Ciego, las areniscas Tame y Morro superior y la Lutita Limbo en áreas adyacentes de Colombia, según MILLER (1972), y la Formación Lisama según FABRE (1984).

Ambiente sedimentario

En general, el Grupo Orocué fue depositado en ambiente paludal-deltaico con alguna influencia de agua salobre, transicional entre los ambientes de mar abierto durante el Cretáceo superior y deltaico-fluvial durante el Eoceno medio y superior.

FORMACION MIRADOR

Uno de los problemas lito-bioestratigráficos principales de la cuenca Apure/Llanos es la definición de la Formación Mirador y sus relaciones con la Formación Gobernador de la cuenca Barinas, con los pozos del área Burgua y con los afloramientos de la depresión del Táchira (Figura 13).

Hay una fuerte tendencia, a raíz de estudios recientes (ROBERTSON RESEARCH) 1980; GONZALEZ GUZMAN, 1985), de eliminar el uso del nombre "Mirador" en el subsuelo de la cuenca Apure/Llanos, re-

conociendo que la formación arenosa ("Mirador"), productora de petróleo, no es más vieja que el Eoceno superior, llegando al Oligoceno en los campos Guafita y La Victoria, y que es el equivalente regional de la parte basal de la Formación Carbonera. Puesto que arenas similares, con fósiles del Eoceno inferior y medio afloran en áreas cercanas de la cordillera Oriental (ríos Oirá, Sarare, Cuite), en el subsuelo de Barinas (Formación Gobernador), y posiblemente en los pozos del alto de La Ceiba, es importante explicar la ausencia de la Formación Mirador (*sensu stricto*) en la cuenca Apure/Llanos.

La explicación más fácil de su ausencia sería su acuñamiento por erosión pre-Carbonera en los 35-45 km entre los afloramientos de la Formación Mirador en el río Sarare y los pozos del campo Arauca.

Alternativamente, se puede postular que el ciclo sedimentario Paleogeno se inició con la Formación Mirador en el Eoceno inferior sobreaplastado con fuerte diacronismo al escudo de Guayana; en este caso, las arenas basales del Eoceno superior-Oligoceno del área Caño Limón-Guafita son litoestratigráficamente equivalentes a la Formación Mirador y forman la parte más joven de un complejo transgresivo arenoso regional cuya edad varía entre el Eoceno inferior y el Oligoceno. En tal caso, el nombre Mirador sigue siendo apropiado en la cuenca Apure/Llanos.

Litología

La Formación Mirador se caracteriza por sus arenas blancuzcas a amarillentas, masivas, localmente conglomeráticas, que se destacan topográficamente entre las formaciones adyacentes más lutáceas y menos resistentes a la erosión, formando algunas de las crestas más notables de la región.

La triple división de ALBRIZZIO (1969), en orden descendiente, en los miembros Lomas Altas (areniscas), La Capacha (lutita) y Lomas Bajas (areniscas), aparenta extenderse a toda el área de afloramiento de la depresión del Táchira hasta los ríos Sarare y Cuite.

En los ríos Sarare, Oirá y Cuite, HEYBROEK (1953) describe láminas de carbón y arcilita de hasta 10 cm de espesor en diversos niveles, estratificación cruzada y una capa basal de asperón con guijarros redondeados de cuarzo blanco de hasta 1 cm de diámetro, asociada con una capa de arcilita brechada. En el río Oirá y el anticlinal Sarare, el miembro lutítico contiene tres capas de carbón.

La sección expuesta en la quebrada La Capacha,

en las cercanías de San Antonio del Táchira, es una sección de referencia excelente y de fácil acceso. ALBRIZZIO (1969), FIERRO Y PAREDES (1986 y TERAN et al. (1986) han descrito su litología y flora en detalle, y GONZALEZ GUZMAN (1967) analizó la flora de Mirador inferior en el campo Tibú.

Espesor

La Tabla 8 indica los espesores de la Formación Mirador medidos por HEYBROEK (1953) en el área de El Nula. Por formar las areniscas gargantas y pozos hondos en los ríos, es difícil medir espesores precisos. Tentativamente, los pozos del alto La Ceiba tienen espesores de 277 m en LCB-1X, 296 m en MS-1X y "erosionada" en Jordan-1X; falta confirmar que estos intervalos correspondan al Eoceno medio e inferior. FIERRO Y PAREDES (1987) midieron 252 m de la Formación Mirador en la quebrada Batatal del río Caparo; aún falta confirmar su edad palinológica y fijar su nomenclatura definitiva.

Los isópacos regionales muestran un eje de espesores mínimos de aproximadamente 122 m, con orientación norte-sur, girando al sureste a partir de Rubio, Táchira. Al este y oeste de este eje, los espesores aumentan a máximas medidas de 346 m en Colombia en el campo Tibú, 294 m en el río Pamplonita y 200 m en el área de Zea, Táchira.

Se supone la continuidad litoestratigráfica entre las formaciones Mirador y Gobernador, aunque falta su confirmación en las áreas de afloramiento de los Andes merideños.

Contactos

La Formación Mirador descansa discordantemente sobre la Formación Los Cuervos, según se muestra en la Figura 13 y de acuerdo a lo indicado por el cambio litológico, siempre brusco. La misma figura muestra que Mirador es transicional con la suprayacente Formación Carbonera.

En algunas secciones de superficie, la ubicación del contacto es arbitraria por la presencia de arenas típicas de la Formación Mirador en la parte basal de la Formación Carbonera. En muchos pozos y afloramientos, el contacto se ubica en el tope de la última arena "tipo Mirador" que coincide con la base de un intervalo de lutitas con capitales de carbón.

Edad

GONZALEZ GUZMAN (1967) estableció la edad de Mirador como Eoceno inferior (Zonas A-I-ab, BC-II-ab) y el Eoceno medio (Zonas A-III-ab y B-IV-a).

HUNTER Y GONZALEZ GUZMAN (1968) extendieron sus estudios a la parte superior de la Formación Mirador (¿miembros La Capacha y Lomas Altas?) asignando el tope de la formación al Eoceno superior (Zona A-V-a), y descartando, de paso, el discutido hiatus inter-Mirador que supuestamente elimina todo o parte del Eoceno medio.

ROBERTSON RESEARCH (1983) asegura que su Formación "Mirador" de la sección Pamplona-Saravena es definitivamente Eoceno superior, pero la flora que reportan de las muestras PS-50, 48 y 46 son del Eoceno medio e inferior, según HUNTER Y GONZALEZ GUZMAN (1968). HEYBROEK (1953) reporta flora de la "Zona M" de Shell (Eoceno inferior) de la Formación Mirador en los ríos Oirá, Sarare y Cuite. La flora de los pozos del alto La Ceiba requieren más estudios, pero muestras de pared a 1270 y 1312 m en LCB-1X, tienen **Striaticolporites catatumbus**, **Reticulicoprites** sp. y **Spinozonocolpites** sp., sugestivas del Eoceno medio, (Zona B-IV-a), según los rangos indicados por GONZALEZ GUZMAN (1967).

TERAN et al. (1986) consideran que la Formación Mirador comprende parte o todo del Eoceno inferior y medio en la quebrada La Capacha y la sección de Las Delicias, siendo el tope de la Formación Mirador ligeramente más viejo en la última; estos autores tampoco están de acuerdo con un supuesto hiatus en el medio de la formación.

En conclusión, se acepta tentativamente que la Formación Mirador se extiende en edad desde el Eoceno inferior hasta el Eoceno medio, esperándose que estudios en progreso aclaren con más detalles los límites inferiores y superiores de edad, la existencia o no del hiatus inter-Mirador y las relaciones regionales con otras formaciones litológicamente similares.

Extensión geográfica

Desde la parte suroeste de la cuenca de Maracai-
bo, la Formación Mirador se extiende a través de la
depresión Táchira hasta los ríos Oirá, Sarare, y Cuite
y el alto La Ceiba en el área Burgua. Aparentemente
está erosionada en el subsuelo de la cuenca Apure/Llanos, reapareciendo al noreste del arco Arauca
como las formaciones El Cobre y Gobernador de la
cuenca Barinas.

Correlación

La Formación Mirador se correlaciona crono- y litoestratigráficamente con las formaciones Cobre y Gobernador de la cuenca de Barinas y con la Formación Misoa de la cuenca de Maracaibo.

En áreas adyacentes de Colombia, la arenisca El Limbo del área Tame, y Picacho del área Sogamoso parecen ser equivalentes estratigráficos de la Formación Mirador.

Ambiente sedimentario

La Formación Mirador es básicamente la representante fluvial del enorme delta eoceno que se formó al este de la cordillera Central desde la falla Oca hasta el sur de la cuenca de los Llanos. El ambiente es de ríos entrelazados de alta energía con diques naturales, canales y barras de meandro con algunas interrupciones breves de llanuras de inundación y abanicos de rotura. Hacia el sureste en el área de El Nula, el ambiente tiende a cambiar a condiciones deltaicas. El Miembro La Capacha representa un período de pantanos, llanuras de inundación y abanicos de rotura.

FORMACION GOBERNADOR

La Formación Gobernador ha sido descrita ampliamente por PIERCE (1960), referencia original, FEO CODECIDO (1972), VON DER OSTEN (1966) y otros, como el clástico basal del ciclo sedimentario eoceno que descansa discordantemente sobre el Cretácico en casi toda la cuenca Barinas.

Litología

La formación se compone de tres o cuatro paquetes de arenas cuarzosas, lenticulares, friables, con estratificación cruzada que constituyen el 80% de la formación, siendo el 20% restante compuesto de lutitas y limolitas carbonáceas-micáceas. Las arenas contienen escasos granos de glauconita en muchas áreas. Desde el campo Sinco hacia el norte, el tope de la Formación Gobernador se identifica con un desarrollo de calizas arrecifales (Miembro Masparrito) (Figuras 12, 16).

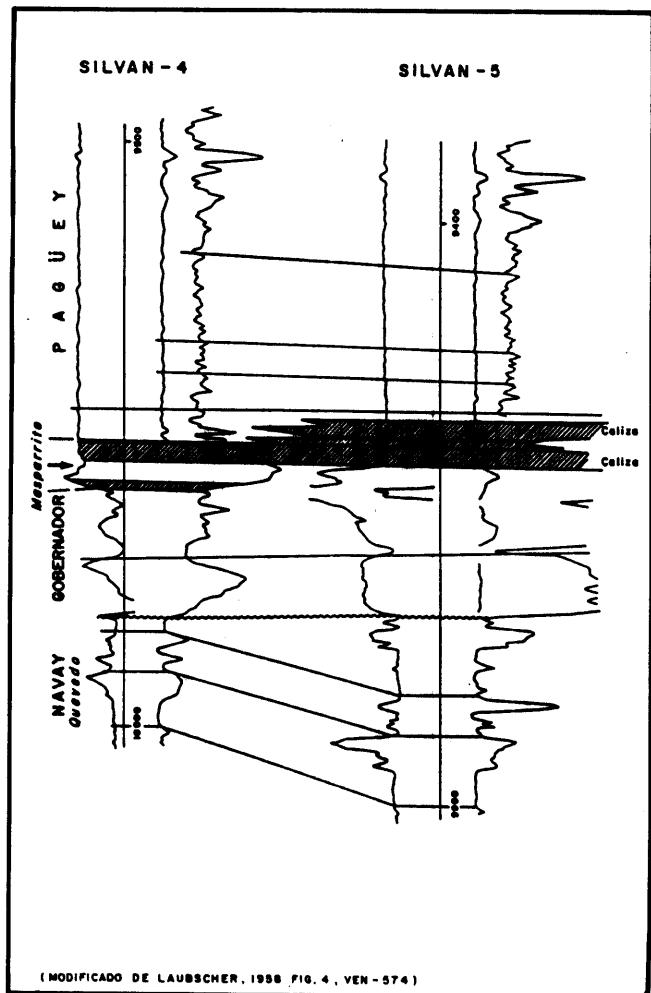


FIGURA 16 - Cuenca de Barinas, campo Silván, lenticularidad del Miembro Masparrito.

Espesor

La Formación Gobernador, incluyendo el Miembro Masparrito, promedia 93 m de espesor en pozos exploratorios de la cuenca Barinas, 42 m en el campo Silvestre, 50 m en el campo Sinco y 61 m a través de toda la cuenca. Las calizas arrecifales componen típicamente los 12-18 m superiores de la formación.

La formación promedia unos 76 m en el área Conso; se adelgaza algo sobre el arco de Mérida y aumenta de nuevo hacia el suroeste hasta confundirse con la Formación Cobre en el área de Lechozote-Calzada (Figura 3, 17), se acuña erosionalmente en el área de Guanarito (Figura 11) y al sur de los pozos Apure-1, -2 y -3.

SWEET et al. (1957) estudiaron una sección terciaria del río Bumbum (Figura 4) que asignaron a las formaciones "Misoa-Cobre" o "Paují", ubicaron el tope

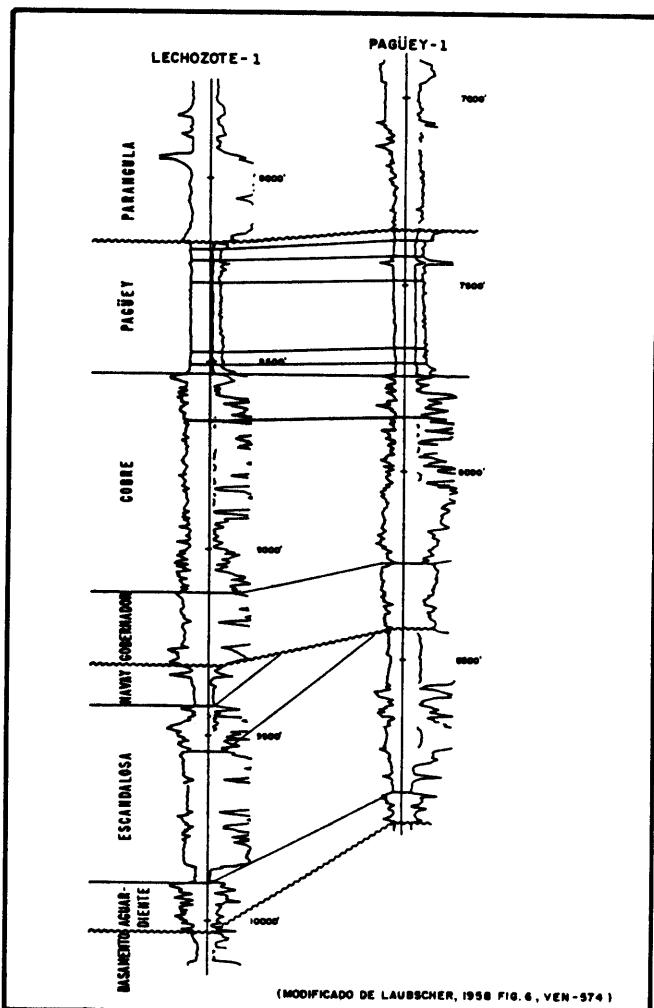


FIGURA 17 - Cuenca de Barinas, relaciones entre Gobernador, Pagüey y El Cobre, Lechozote-1 / Pagüey-1.

de las formaciones Misoa-Gobernador en la base de una secuencia lutítica rica en pequeños gasterópodos y grandes foraminíferos del tipo *Operculina*, la cual correlacionan tentativamente con la Caliza Masparrito y asignan un espesor de 243 m a la Formación Gobernador.

FIERRO Y PAREDES (1987) midieron 252 m de las formaciones Mirador o Gobernador? en la quebrada Batatal del río Caparo.

Contactos

La Formación Gobernador descansa con baja angularidad erosional sobre las diversas formaciones cretácicas (Figura 3, 11, 12, 16), según sus posiciones respectivas en la cuenca, llegando a comunicarse di-

rectamente con las arenas PI-2 de la Formación Escandalosa en el campo Hato, y con el Basamento metamórfico en 15-G-401A (Figura 11); tiende a sobrelapar al Cretácico sobre el flanco suroeste del arco de El Baúl, pero se acuña antes que el Cretácico, sobre el escudo de Guayana, al sur.

Edad

La Formación Gobernador contiene solamente escasos foraminíferos arenáceos, gasterópodos y pelecípodos sin valor diagnóstico de edad. Hacia el sur, restos de plantas predominan sobre los fósiles marinos. Por lo tanto, la edad de la Formación Gobernador depende de los abundantes foraminíferos planctónicos de la suprayacente Formación Pagüey; aún no ha sido estudiada la flora de las formaciones Pagüey y Gobernador; durante años, existió una controversia respecto a las relaciones lito-bio-cronoestratigráficas entre las formaciones Gobernador y Misoa y entre Pagüey y Paují. PIERCE (1960), FEO CODECIDO (1972) y VON DER OSTEN (1966) colocaban la Formación Gobernador en el Eoceno superior.

BEICIP (1978), en base a la fauna planctónica de la Formación Pagüey en pozos de Guanarito, afirmó que el ciclo sedimentario se inició con las areniscas de la Formación Gobernador al principio del Eoceno medio, alcanzó su máxima transgresión en la parte basal de la Formación Pagüey y posiblemente continuó hasta el Eoceno superior.

BEICIP concentró sus estudios en los pozos de Guanarito, asignando a las lutitas de la Formación Pagüey las zonas *Globigerinatheka kugleri* y *Truncorotaloides rohri* de las partes inferiores a superiores del Eoceno medio. FURRER (1971), trabajando con planctónicos de la sección del río Masparro, colocó tanto a las lutitas de la Formación Pagüey como a la Caliza Masparrito en la zona *Orbulinoides beckmanni* (*Porticulasphaera mexicana*) del Eoceno medio superior. Por lo tanto, parece comprobada la edad de Eoceno medio para la Formación Gobernador.

Extensión geográfica

La Formación Gobernador aflora a lo largo del piedemonte andino desde el río Boconó hasta el río Acequia y está presente en casi todos los pozos de la parte central y noreste de la cuenca Barinas, desde

el área Lechózote-Calzada, en donde se confunde con la Formación El Cobre, hasta Guanarito. Desaparece por acuñamiento erosional al sureste de los pozos Apure-1 y -3, y en los pozos 15-G-101, 201, -505 y -506 de Guanarito (Figura 11).

Correlación

La Formación Gobernador se correlaciona con alguna parte de la base de la Formación El Cobre y con las formaciones Misoa (cuenca de Maracaibo) y Mirador. Su relación con las areniscas asfálticas de los ríos Quiú y Zapa y con las arenas de la Formación "Altamira" aún requiere clarificación.

Ambiente sedimentario

Las arenas fueron depositadas como clásticos basales de la transgresión marina en aguas salobres y someras cerca de la playa en la zona de inundación de mareas; predominan las barras playeras, intercaladas con breves períodos de laguna o pantano. Hacia el sur, la sección se hace más continental, llegando al ambiente de llanura deltaica.

FORMACION EL COBRE

El nombre "Formación El Cobre" ha sido usado informalmente desde hace muchos años por las anteriores concesionarias y actuales operadoras petroleras, para identificar la facies arenosa de la Formación Pagüey en la parte suroeste de la cuenca de Barinas. El nombre fue publicado por primera vez por ZAMBRANO et al. (1971, p.514, Figura 11, Lámina II) y usado por FEO CODECIDO (1972) en su Tabla 1 de correlación.

Se propone aquí presentar el nombre formalmente, ya que el perfecto entendimiento de la evolución sedimentario-tectónico de las cuencas de Barinas y Apure/Llanos exige su validación y definición. Con las recientes exploraciones en el distrito Páez del estado Apure y las áreas colindantes de los Llanos de Colombia, ha llegado a ser imprescindible aclarar las relaciones lito-bio-cronoestratigráficas entre las formaciones eoceno-oligocenas del área explorada y secciones litológicamente similares en las cuencas adyacentes, y de identificar los diversos ciclos sedimentarios y discordancias del Terciario.

Sección tipo

En un informe interno de la Socony Vacuum Oil Company, TAYLOR (1943) propuso el nombre "Formación El Cobre" para designar una secuencia de arenas carbonáceas y lutitas oscuras que descansan discordantemente encima del Cretácico. Tomó el nombre del caño de El Cobre (caño de la Mina o caño El Mene), una quebrada situada a 1,7 km al noreste del río Quiú, distrito Pedraza, estado Barinas; el río Quiú se definió como sección tipo (Figura 18). TAYLOR describió detalladamente las arenas asfálticas del caño del Cobre, empezando a 200 m quebrada arriba de la carretera vieja Barinas-San Cristóbal, y en el río Quiú a 200 m río abajo de la carretera. En realidad, la base de las arenas asfálticas se inicia a unos 125 m río abajo del puente de la carretera Barinas-San Cristóbal, en donde la corriente choque contra las arenas masivas, formando un pozo hondo frente al afloramiento y desviando el curso del río en ángulo

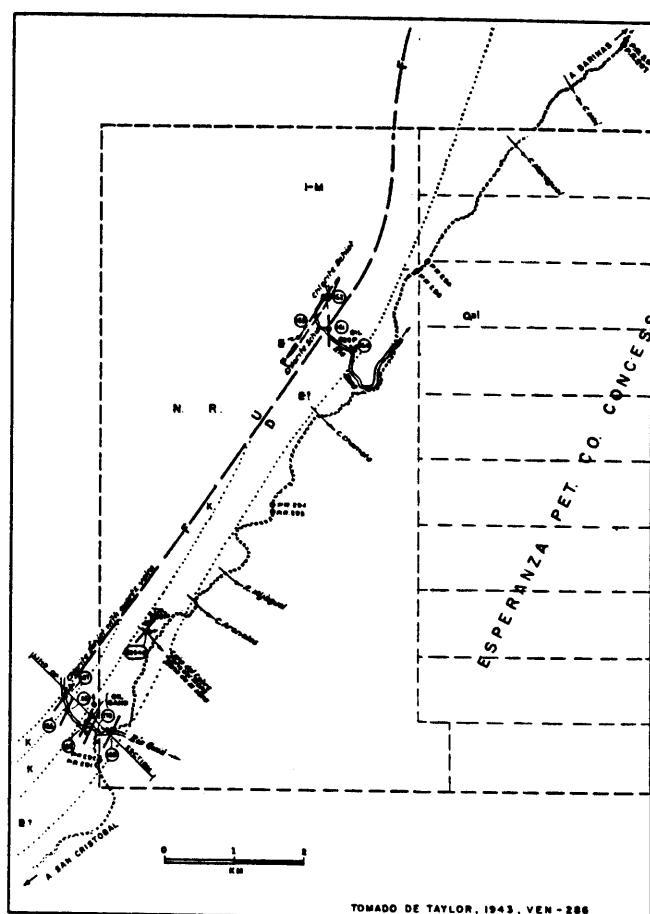


FIGURA 18 - Localidad tipo, Formación El Cobre.

recto. La sección continúa río abajo por unos 550 m hasta los últimos afloramientos debajo del aluvión reciente.

Consideraciones históricas

TAYLOR menciona afloramientos adicionales en los ríos Capitanejo, Curito, Pedraza La Vieja, Zapa y la carretera vieja entre caño Camatuche y quebrada Caritupano. En su mapa regional, muestra una faja continua de afloramientos de Cobre desde el río Michay casi hasta Santa Bárbara, una distancia de unos 50 km; TAYLOR midió espesores de unos 700 m en el río Quiú y 750 m en el río Curito; por ausencia de fósiles, desconoció la edad de la formación, pero supuso que era del Eoceno por su posición estratigráfica; mencionó granate, estaurolita y abundante zircón en una muestra y el mismo conjunto sin granate, en otra (Figura 6).

MENCHER Y DE SOLA (1946) produjeron la primera columna compuesta estratigráfica (Figura 19) de

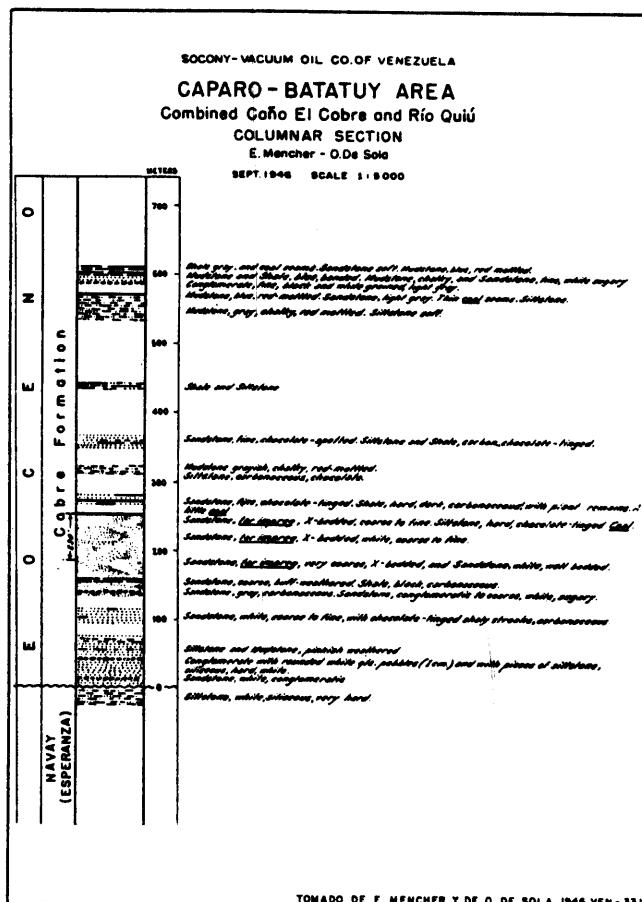


FIGURA 19 - Cuenca de Barinas, columna estratigráfica compuesta. Formación El Cobre.

la formación en las secciones del río Quiú y caño del Cobre, indicando un espesor de 620 m, pero sugiriendo que los 90 m superiores pudiesen ser más jóvenes que Cobre; mostraron el intervalo impregnado de asfalto a 185-255 m por encima de la base de la formación (sección del caño del Cobre), correlacionaron la Formación El Cobre con la Formación Mirador y la "Formación Bellaca" (Gobernador), e infirieron que El Cobre pertenece al Eoceno medio superior por su supuesta relación con "Bellaca" y "Paují" (Pagüey), por estudios paleontológicos de "Paují" hechos privadamente por CIZANCOURT.

MENCHER Y DE SOLA propusieron una correlación entre El Cobre y las arenas productoras (Gobernador) del pozo Silvestre-1. La Figura 20 reproduce su sección estructural NO-SE a través del río Quiú y datos sísmicos de la Socony que muestran la correlación entre afloramiento y subsuelo. MENCHER Y DE SOLA extendieron el afloramiento de la Formación El Cobre hasta las cercanías del río Caparo.

KISER Y SULEK (1966) identificaron flora del Eoceno superior en la Formación El Cobre de los ríos Quiú y Capitanejo, correlacionando la secuencia con la "Formación Altamira".

Problema estratigráfico

El nombre El Cobre fue aplicado en el subsuelo de la parte suroeste de la cuenca Barinas a un grueso paquete de areniscas "Gobernador", debido a similitudes de litología y posición estratigráfica con las areniscas del río Quiú-caño del Cobre, aunque le faltaban fósiles diagnósticos de edad, tanto en el afloramiento de las areniscas como en los pozos.

Sin embargo, la perforación posterior de pozos exploratorios en esa área, como Capitanejo-1 y 2, Socopó-1 y 2, Agua Linda-1 y Rosalía-1, mostraron la posible existencia de un intervalo lutítico con una arena basal interpuesta entre la Formación El Cobre del subsuelo y las areniscas basales de la Formación Parángula. Algunos de los operadores correlacionaron esta nueva secuencia con las formaciones "León y Carbonera", supuestamente basados en estudios de palinología-paleontología que hoy en día no están disponibles, y que sugería una edad de Eoceno superior. La exploración reciente en Apure tiende a confirmar la existencia de esta nueva formación, cuya edad aparente oscilar entre Oligoceno y Eoceno superior, todavía en estudio.

Por lo tanto, parecen existir sedimentos de dos ciclos sedimentarios entre el Cretáceo y la Formación Parángula en el suroeste de Barinas (Figura 3, 4, 10, 21):

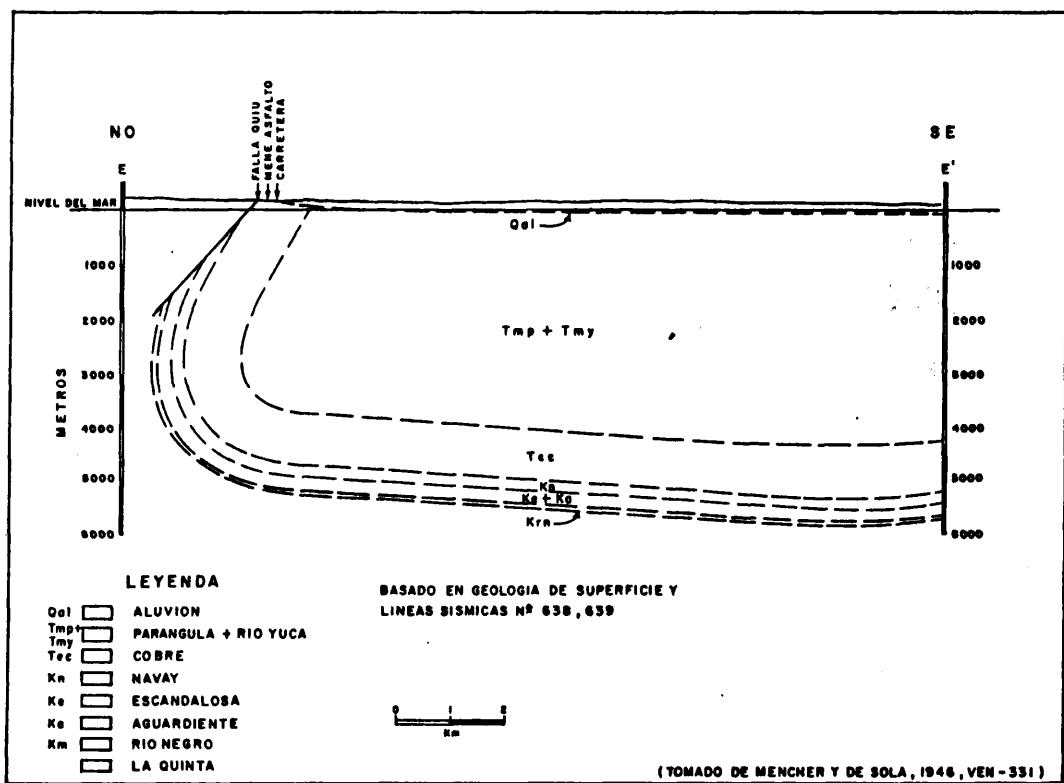


FIGURA 20 - Cuenca de Barinas, perfil estructural sísmica-superficie, río Quiu, depocentro Capitanejo.

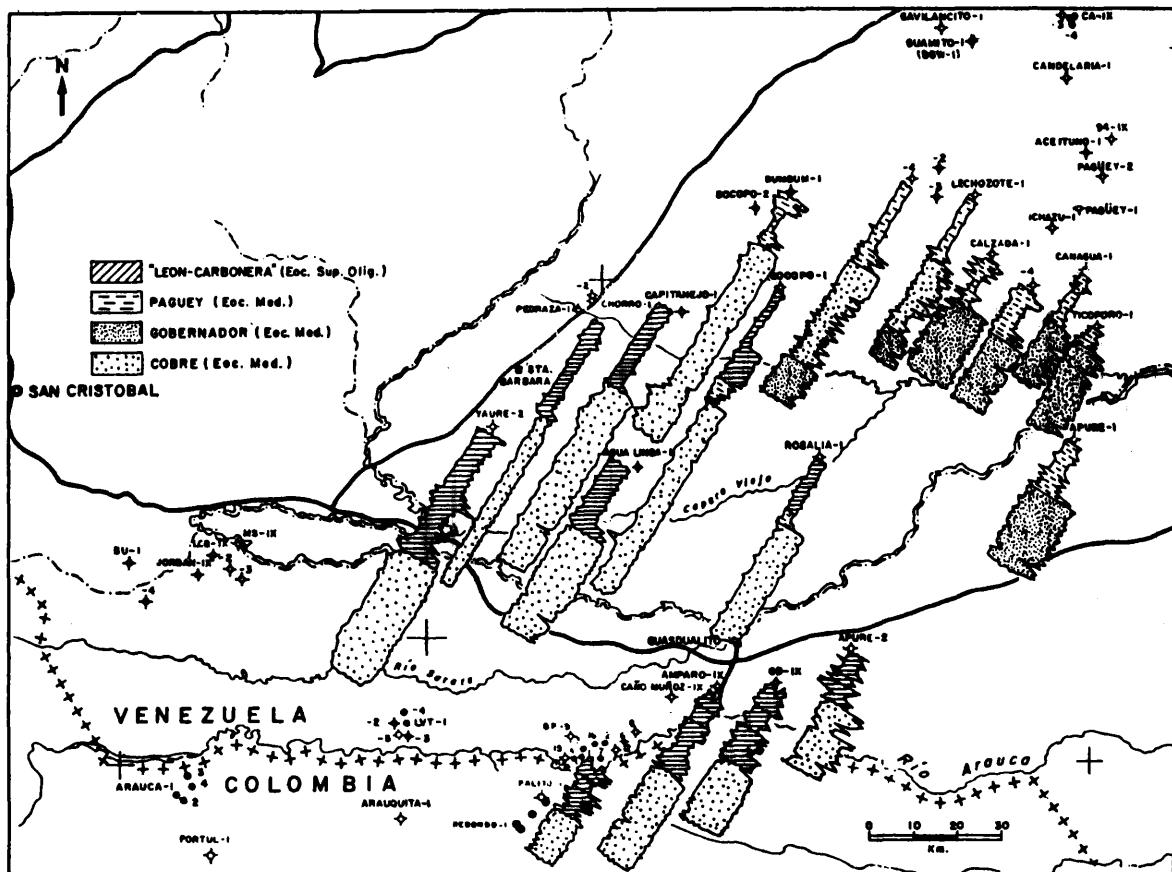


FIGURA 21 - Electrofacies de Paguey, Gobernador, El Cobre y "León-Carbonera".

1. Una arenisca masiva, con 80-90% de arena y un espesor de hasta 512 m en Socopó-2, cuya interdigitación "crono-estratigráfica" lateral con la Lutita Pagüey y la Arenisca Gobernador es demostrable, y cuya edad de Eoceno medio se basa en los foraminíferos planctónicos de la Formación Pagüey de manera irrefutable (véase Agua Linda-1 y Capitanejo-1, Figura 3).
2. Un intervalo discordante suprayacente al anterior, predominantemente lutáceo, con una arena basal y un espesor máximo de 257 m en Capitanejo-2, y cuya edad tentativa es del Eoceno superior u Oligoceno.

La diferencia entre estas dos formaciones es aún algo confusa, pendiente de estudios adicionales del contenido floral y la litología. Sin embargo, se propone formalmente utilizar el nombre Formación El Cobre para las arenas del Eoceno medio del subsuelo, equivalente a Pagüey-Gobernador combinado, dejando para un futuro la designación formal de las arenas y lutitas asfálticas del Eoceno superior? en los ríos Quiú y Zapa, por las razones siguientes:

1. El nombre de Formación El Cobre está firmemente establecido en los informes internos de las compañías que han operado en el área, para designar la facies arenosa de Pagüey y presenta una elección fácil de correlacionar en el subsuelo.
2. La secuencia originalmente nombrada Formación El Cobre por TAYLOR (1943) aparentemente se correlaciona con dos ciclos sedimentarios del subsuelo: las arenas masivas del Eoceno medio y las arenas y lutitas del Eoceno superior-Oligoceno.
3. No es aconsejable extender el nombre Formación Gobernador al suroeste de la cuenca de Barinas, ya que Gobernador es básicamente un clástico basal transgresivo de ambiente marino somero proveniente del escudo de Guayana, mientras que la Formación El Cobre es un sedimento deltaico a frente-de-delta proveniente de la cordillera Central.

Secciones de referencia

Se proponen dos secciones de referencia para la Formación El Cobre, una en el pozo Yaure-2 y otra en la carretera de acceso a la antena micro-onda de la CANTV, en el cerro inmediatamente al este del río Quiú y al oeste del caño del Cobre. Se intenta así redefinir a la Formación Cobre, dejando la sección tipo de TAYLOR del río Quiú para futuros estudios de su edad y relaciones estratigráficas.

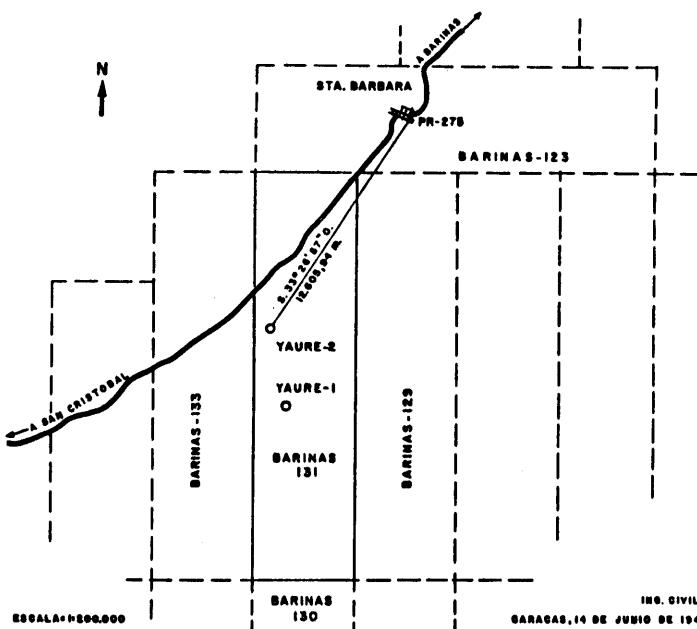
Sección de referencia Yaure-2

Este fue el primer pozo en penetrar la Formación El Cobre en el subsuelo; se cortaron 49 m de núcleos convencionales, recobrando solamente 8 (depositado en la nucleoteca de Corpoven, S.A. en Puerto La Cruz), con buenas descripciones de núcleos y de muestras de canal. El pozo se ubica 7,5 km al sur-suroeste de Santa Bárbara de Barinas, coordenadas origen Barinas, N-32.015,82; O-218.968,75, elevación del terreno 157 m y la de la mesa rotatoria 161 m.

La Formación El Cobre está en el intervalo 1289-1532 m (4225-5022 pies) del perfil de completación. (Croquis de localización Figura 22 y perfil eléctrico Figura 4). La parte del perfil de completación correspondiente a la Formación Cobre se presenta modificada en la Figura 23 con sus descripciones litológicas, fósiles y buzamientos.

NOMBRE DE LA LOCALIZACIÓN DEL POZO YAURE-2
ESTADO BARINAS DISTRITO PEDRAZA
TÍTULO PUBLICADO EN LA GACETA OFICIAL N° 97 (EXTRA)
OPERADOR SOCONY-VACUUM OIL, OF VENEZUELA

CONCESIÓN BARINAS -131
MUNICIPIO STA. BÁRBARA CAMPO STA. BÁRBARA
DE FECHA 6 DE SEPTIEMBRE DE 1944



| DIAMETROS | TUBERIAS | | LONGITUD | PESO | | |
|-----------|----------|--|----------|---------|----------------|-------------|
| CMS. | PULGADAS | | MTS | PIES | KGS. POR METRO | LBS. POR PI |
| 33.97 | 13.3/8 | | 80.96 | 200.00 | 101.42 | 68.00 |
| 24.46 | 9.5/8 | | 782.00 | 2500.00 | 53.87 | 38.00 |
| 19.24 | 6 | | 2011.68 | 6600.00 | 29.81 | 20.00 |

FIGURA 22 - Plano de localización del pozo Yaure-2, sección de referencia de la Formación El Cobre.

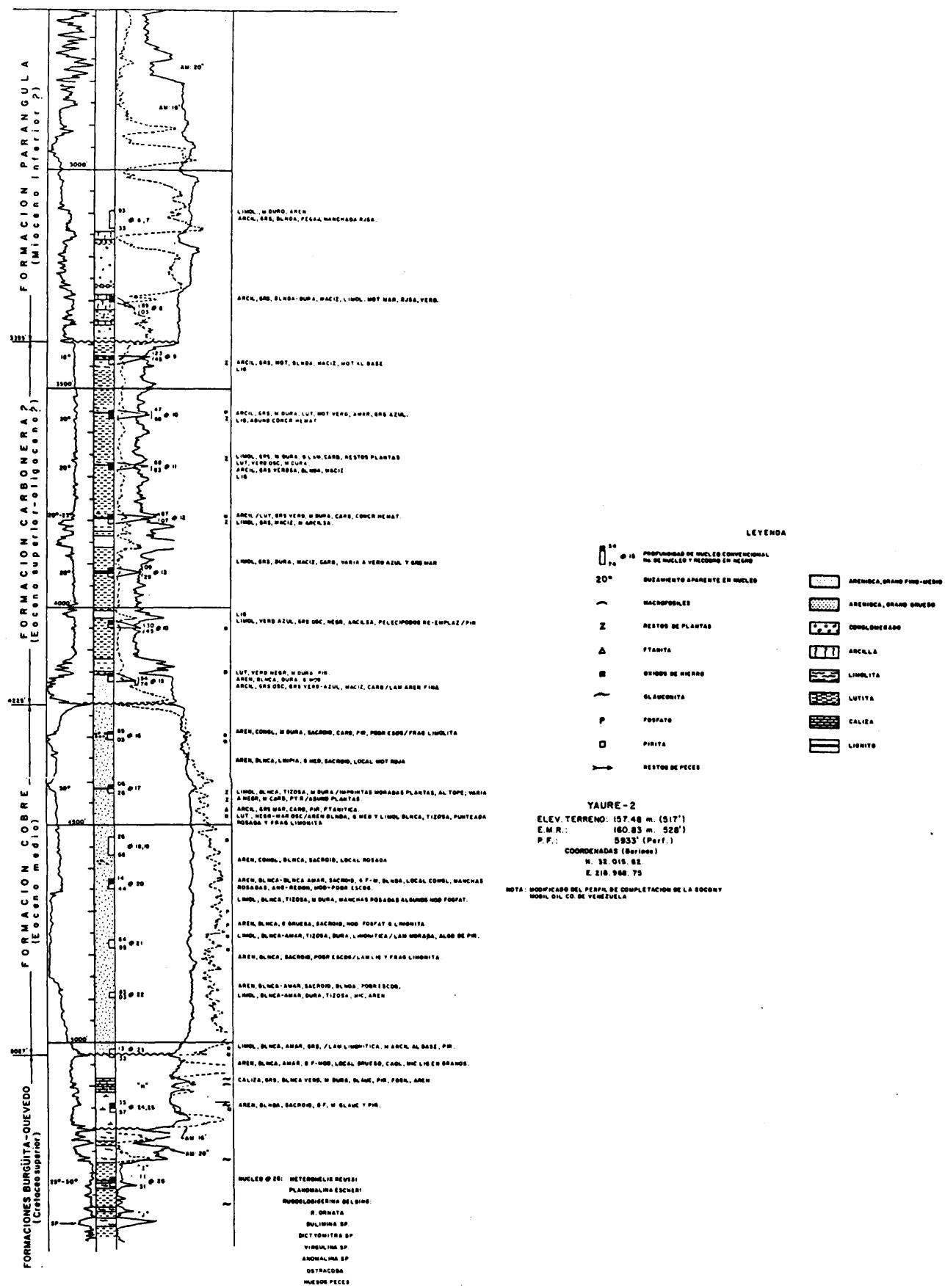


FIGURA 23 - Yaure-2, sección de referencia de la Formación El Cobre.

La compañía Móbil consideraba que el contacto El Cobre-Cretácico era una falla normal que eliminaba unos 305 m de Cobre y partes del Cretácico. Las correlaciones actuales con pozos cercanos (Figura 3, 4) muestran que la sección es normal, con espesores y desarrollos, tanto de la Formación El Cobre como del Cretácico, parejos en esta parte de la cuenca; se interpreta que el espesor reducido de la Formación El Cobre se debe a erosión en su tope y no a fallamiento de la parte basal.

Litología

La sección de la Formación El Cobre se compone de más del 95% de arenas blancas a amarillentas, friables y sacaroidales, no-consolidadas, masivas (probablemente con estratificación cruzada) de grano fino a grueso y localmente conglomeráticas, subangulares a sub-redondeadas, mal escogidas. Caolín es el cemento común, dándoles un aspecto "tizoso". Son muy arcillosas con láminas de lutita gris oscura, carbonácea. Manchas de óxido moradas, rosadas y marrones son comunes, igual que nódulos, láminas y costras de limolita. Impresiones de hojas ocurren a varios niveles, como también láminas de lignito y lignito detrital. Algunas láminas de fosfatos ocurren en la parte medio inferior y la pirita no es escasa.

Las limolitas son blancas, duras, caoliníticas, mícaceas, localmente moteadas moradas y marrones, con restos de plantas abundantes, pirita y algo de costras de limonita y fosfatos.

Espesor

El espesor aparente en el pozo es de 244 m; con un buzamiento promedio de 30°, se estima el espesor estratigráfico en 212 m. La Tabla 10 muestra los espesores de algunos otros pozos del depocentro Capitanjo, exclusivo de la Formación Pagüey. El máximo de 512 m se encuentra en el pozo Socopó-2; de allí, disminuye al este por interdigitación con la Formación Pagüey y al sur y suroeste por erosión.

Contactos

La Formación El Cobre es discordante sobre la Formación Burgüita y por debajo de los equivalentes

de las formaciones Carbonera o Parángula.

Edad

No contiene foraminíferos ni macrofósiles con la excepción de abundantes impresiones de hojas. Aún no se ha estudiado la flora de esta sección. Por medio de perfiles eléctricos, es demostrable su correlación lateral con la Formación Pagüey del Eoceno medio en el subsuelo.

Extensión geográfica

La Formación El Cobre está presente en todos los pozos exploratorios del suroeste de la cuenca Barinas desde su interdigitación con la Formación Pagüey en el área Lechozote-Calzada hasta su acuñamiento por erosión en el área Guafita (Figuras 3, 10). Aflora a lo largo de las primeras colinas del piedemonte barinés desde el río Michay hasta el área del río Caparo (Figuras 3, 4, 24).

Correlación

Es equivalente directo de las formaciones Pagüey y Gobernador, siendo muy difícil identificar la parte correspondiente a Gobernador. Reportes de capas de dolomita (Capitanjo-1), glauconita y fosfatos podrían indicar Gobernador en algunos pozos.

La aparente relación entre la Formación El Cobre y las arenas asfálticas del río Quiú es aún ambigua, esperando estudios adicionales.

Ambiente sedimentario

La Formación El Cobre en Yaure-2 tiene aspecto de sedimentos fluviales, por los restos de plantas, costras de óxido de hierro, con mal escogimiento, y moteados de rosado, rojo, morado y marrón. Sin embargo, intervalos con glauconita, icnofósiles y estructuras sedimentarias deltaicas, más su interdigitación con las lutitas marinas de la Formación Pagüey muestran que el ambiente fluvial varía en corta distancia a frente-de-delta.

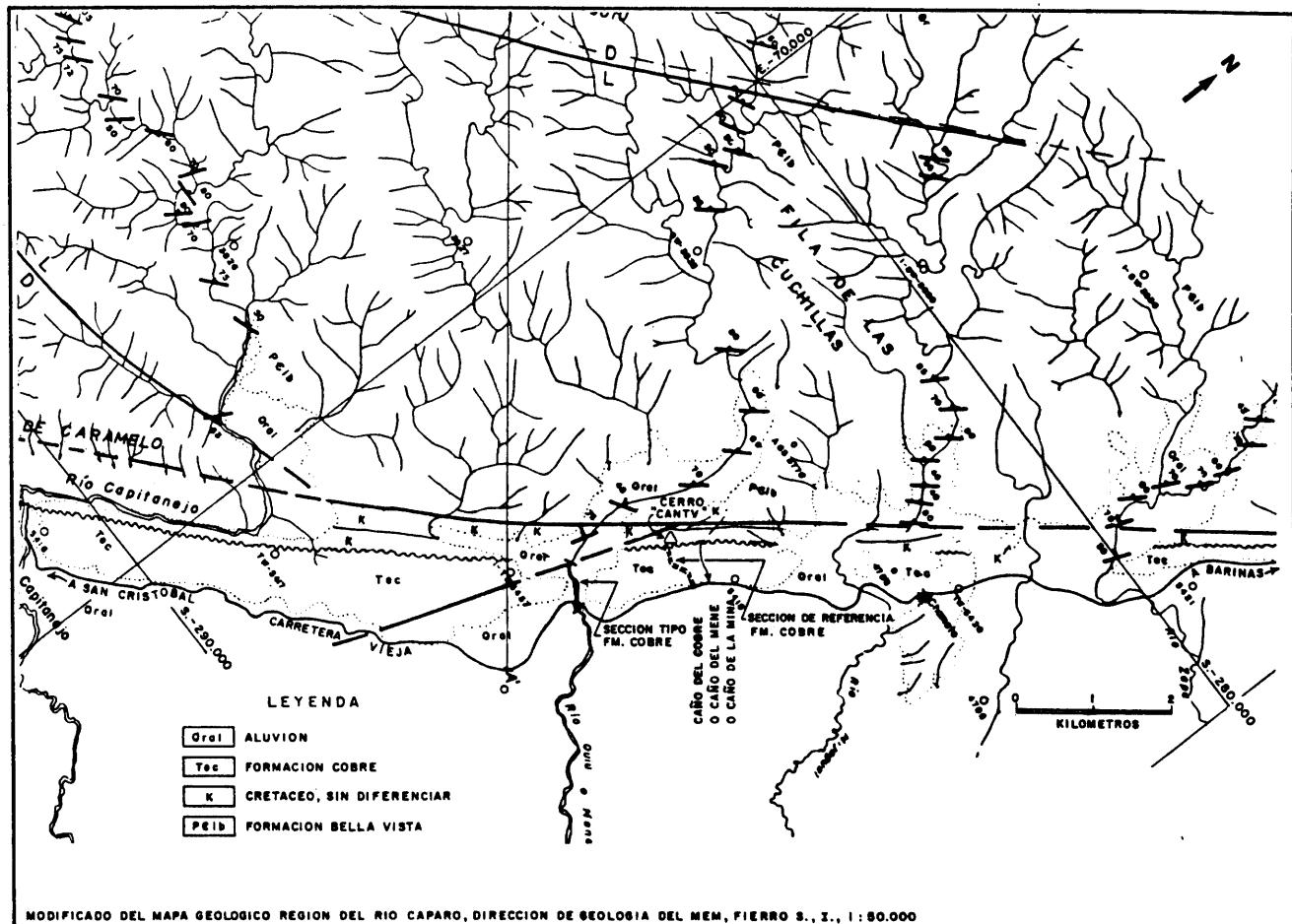


FIGURA 24 - Cuenca de Barinas, área río Quiú - río Zapa - Cerro "CANTV", sección tipo y de referencia, Formación Cobre.

Sección de referencia Cerro de la CANTV

Para instalar una antena de micro-ondas, la CANTV abrió una carretera de tierra desde la carretera Barinas-San Cristóbal hasta el tope de una colina ubicada 1,3 km al este del río Quiú (Figuras 24, 26, 27). Los cortes de esta carretera de acceso exponen una excelente sección de referencia para la parte superior de las formaciones Navay y El Cobre.

Litología

La Formación El Cobre se compone, igual que en secciones cercanas, predominantemente de areniscas blancuzcas a grises y amarillentas sacaroidiales, localmente moteadas amarillo, morada, marrón y rojiza, de grano medio a grueso, microconglomerático,

mal escogido, sub-angular a sub-redondeado, masiva, poco consolidada, con estratificación cruzada; canales superpuestos, estructuras de carga, y localmente estructura "flaser" (Figuras 19, 23).

Son carbonáceas y localmente caoliníticas. Contienen láminas y delgadas capas de lutita y limolita gris oscuro, muy carbonáceas, micro-micáceas, con restos de plantas y costras de óxidos de hierro (limonita), además de algunas capas delgadas de carbón. Unos 100 m de la parte medio superior están totalmente impregnados de asfalto. "Tubos de gusano" de más de 2 cm de diámetro son comunes en la parte media-inferior.

Espesor

FIERRO Y PAREDES (1987) describieron la sección y midieron un espesor de 310 m, con 71% de afloramiento. Si se presume que la parte lutítica ex-

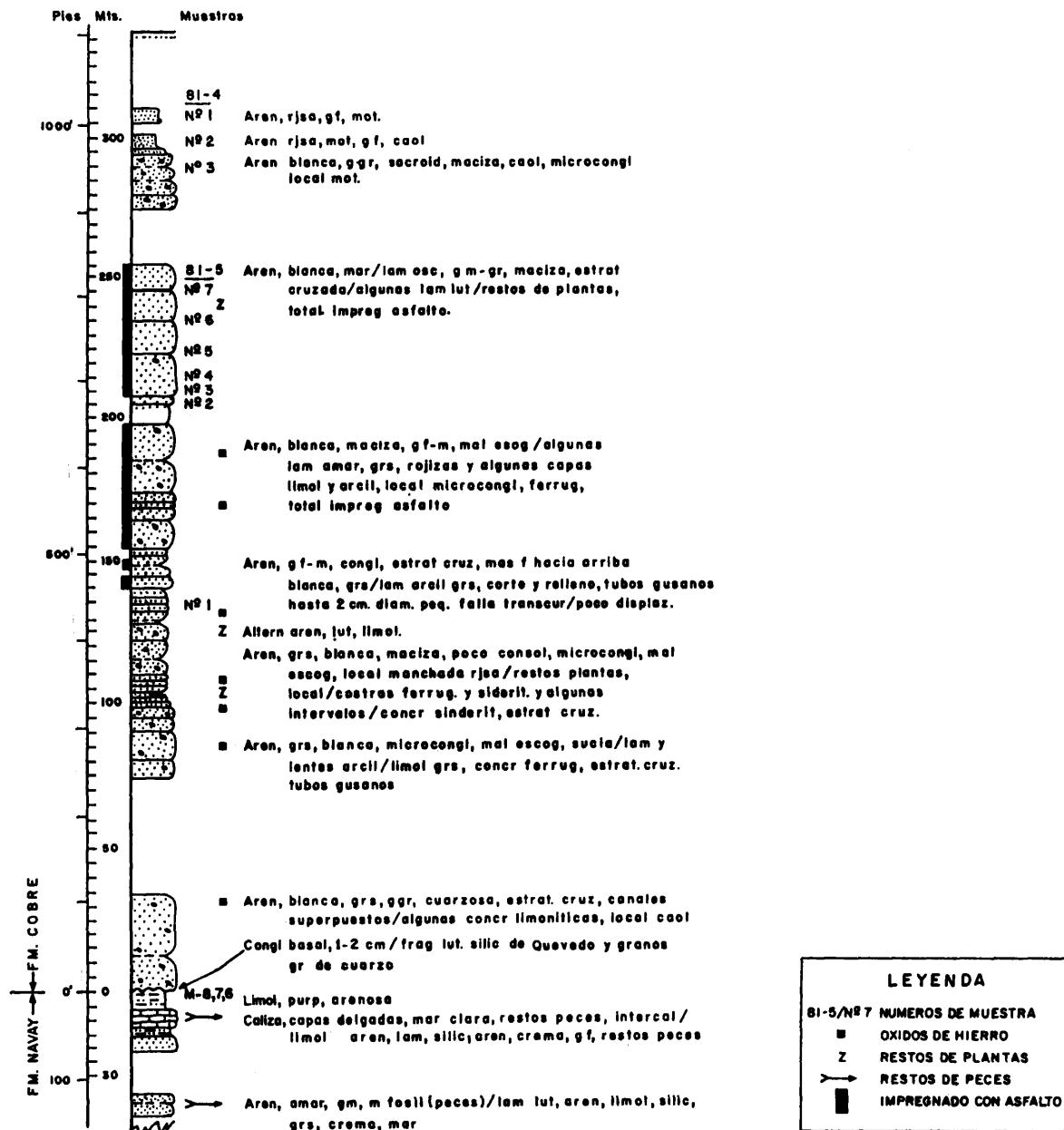


FIGURA 25 - Sección de referencia, Formación El Cobre, Cerro "CANTV".

puesta en el río Quiú por encima de las areniscas es complementaria y adicional a la sección del cerro CANTV, el espesor compuesto de la sección es de 548 m, lo cual concuerda aproximadamente con el espesor compuesto de caño del Cobre-río Quiú, de 620 m, reportado por MENCHER Y DE SOLA (1946), Figura 19.

Contactos

El contacto de la Formación El Cobre con el Cretácico (Formación Navay, Miembro Quevedo) es una discordancia paralela bien expuesta en el Cerro CANTV. El cambio litológico de las lutitas silíceas con

restos de peces de la Formación Navay a las areniscas conglomeráticas de la Formación El Cobre es brusco, y el contacto se identifica con la presencia en Cobre basal de delgadas láminas y lentes de conglomerados con fragmentos angulares silíceos de la Formación Navay y guijarros de cuarzo lechoso angular. En el caño del Cobre, MENCHER Y DE SOLA (1946) describieron la base de la Formación El Cobre con 40 m de arenisca sacoidal, blancuzca a parduzca, de grano grueso a conglomerático y con estratificación cruzada, que contiene guijarros redondeados de cuarzo de un centímetro de diámetro y fragmentos grandes de limolita silícea de la Formación Navay.

El contacto superior de la Formación El Cobre no aflora, pues está cubierto por el aluvión y talud.

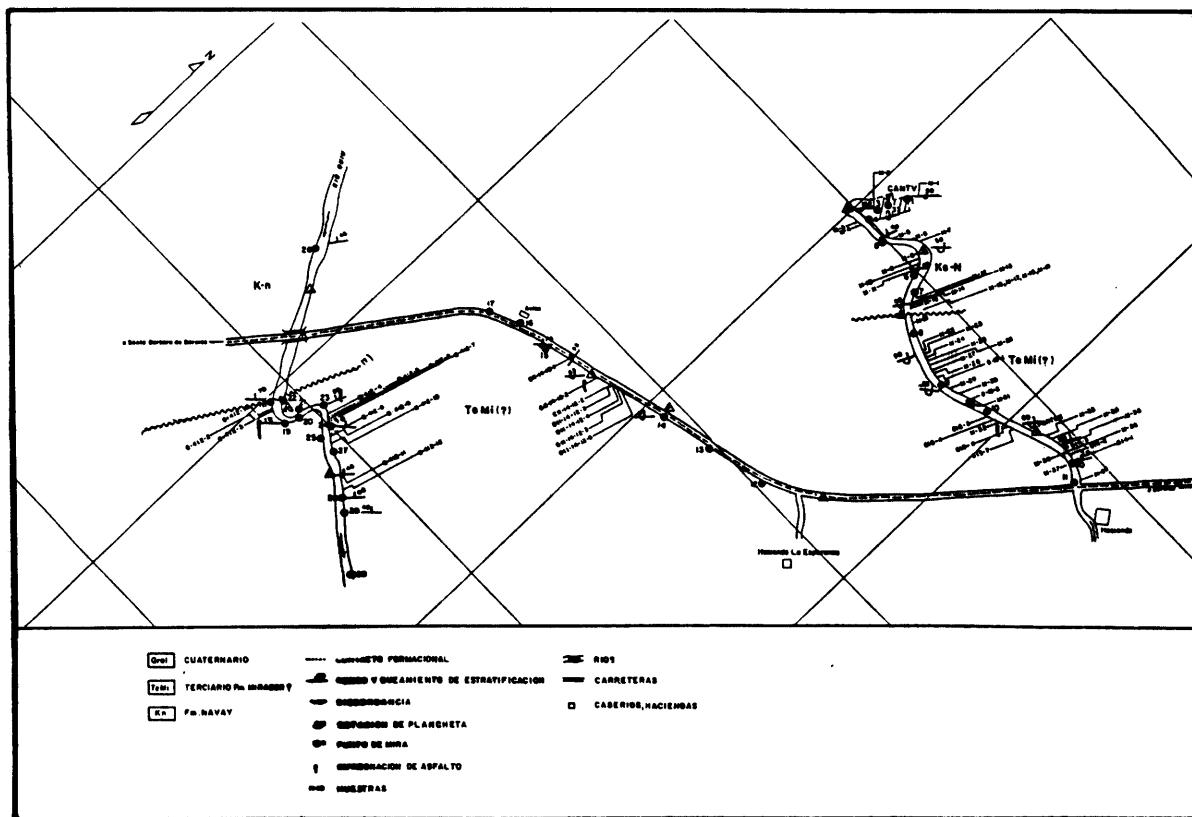


FIGURA 26 - Plano, sección de referencia, Formación El Cobre, Cerro "CANTV".

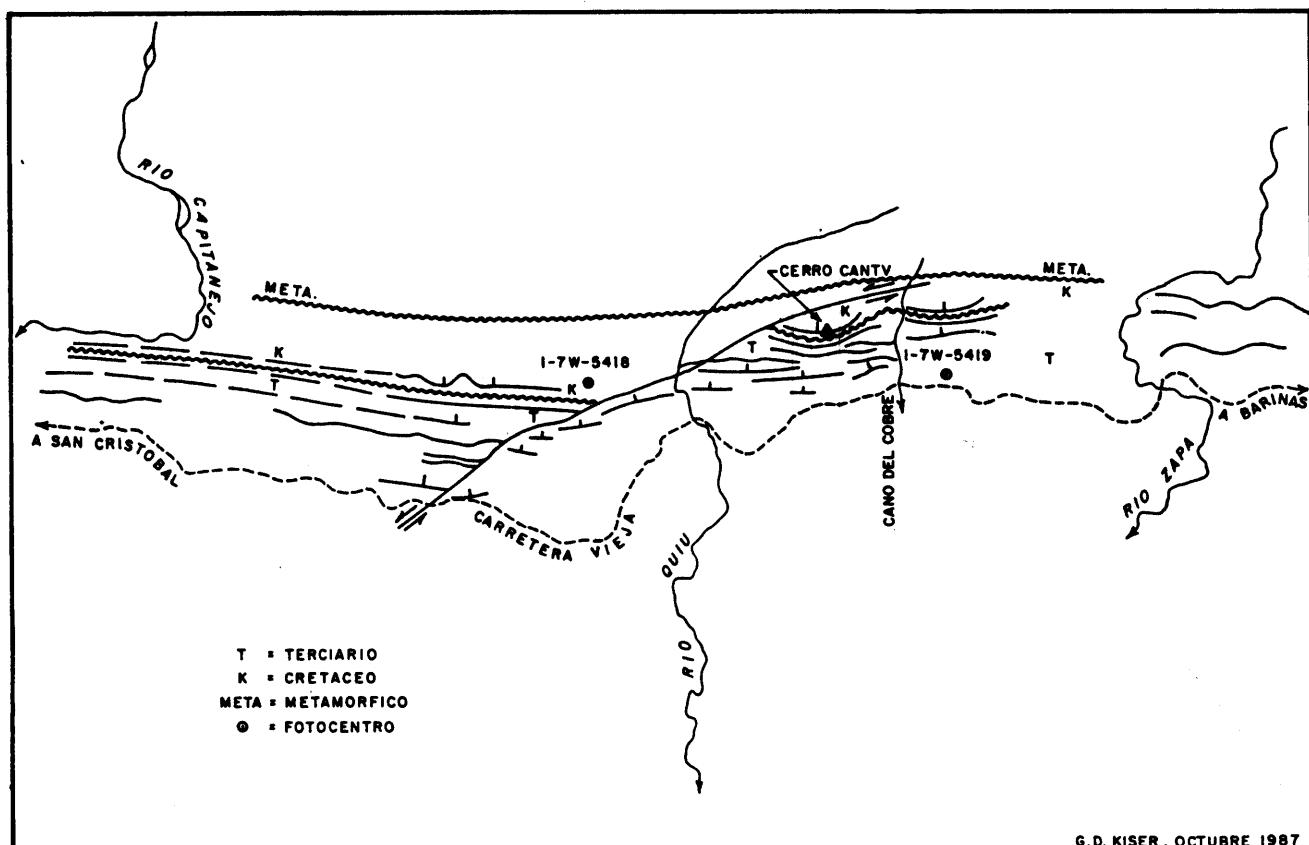


FIGURA 27 - Area río Quiú, fotocroquis geología de superficie.

Edad

En muestras coleccionadas por FIERRO Y PAREDES (1987), VAN ERVE (comunicación oral) identificó flora del Eoceno medio asociada con la parte asfáltica de la formación. KISER Y SULEK (1966) reportaron flora del Eoceno superior de las lutitas en los ríos Quiú-Capitanejo. Aún queda por resolver si estas diferencias de edad indican la presencia o no de los dos ciclos sedimentarios distintos. Es factible que la flora del Eoceno superior pertenezca realmente al Eoceno medio.

Extensión geográfica

La extensión geográfica ya está descrita en el capítulo anterior, igual que su "correlación" y "ambiente sedimentario". En este trabajo, se van a eliminar discusiones individuales de las formaciones Pagüey, Parángula, Río Yuca y Guanapa, ya que los pocos datos nuevos disponibles han sido discutidos en relación a otras formaciones descritas aquí.

FORMACION CARBONERA

La discusión de esta formación está estrechamente relacionada con las formaciones León y Palmar. En el suroeste de la cuenca de Maracaibo, las formaciones Mirador, Carbonera, León y el Grupo Guayabo (Palmar, Isnotú y Betijoque) componen una secuencia sedimentaria aparentemente sin interrupciones. Sin embargo, en las áreas de Sarare-El Nula, altos de Brujas-La Ceiba, La Victoria-Guafita y el depocentro Capitanejo, cada área presenta relaciones bio- y litoestratigráficas diferentes. Esto hace complejo determinar las relaciones regionales de los sedimentos del Eoceno superior al Plio-Pleistoceno.

Sin embargo, una visión regional de las cuencas sedimentarias de estas épocas ayuda a entender las relaciones. En el occidente de Venezuela, se inició un nuevo ciclo sedimentario transgresivo en el Eoceno superior, que alcanzó las áreas estructuralmente altas en el Oligoceno y Mioceno inferior. Contrariamente a la opinión de algunos geólogos, esta transgresión aparentemente vino del sur hacia el norte, desde la cuenca Llanos hacia las cuencas de Maracaibo, Apure y Barinas; se formó un brazo de mar somero entre las cordilleras de Perijá y los Andes merideños que

conectaba las cuencas mencionadas, dejando depósitos fluviales, deltaicos y de aguas marinas someras, cuyas capas iniciales son más viejas en los depocentros y más jóvenes en los altos: Eoceno superior en los depocentros Arauca, Capitanejo y Bobures; Oligoceno sobre el arco Arauca; Mioceno inferior en el centro y este del lago de Maracaibo, y ausente sobre los arcos de Mérida y El Baúl. Las lutitas de las formaciones León y La Rosa registran la máxima transgresión de este ciclo; los clásticos de las formaciones Carbonera, La Sierra y Santa Bárbara componen sus arenas basales y los sedimentos de las formaciones Palmar, Lagunillas y el Grupo El Fausto pertenecen a su facies regresiva.

En el depocentro Capitanejo existe un intervalo lutítico con una arena basal con foraminíferos del Eoceno superior, interpuesto discordantemente entre las formaciones El Cobre-Pagüey y Parángula, llamado por los ex-concesionarios "capas de transición" o "¿León-Carbonera?". Su electrofacies difiere de la de las formaciones adyacentes y se compone predominantemente de arcilitas y lutitas blandas en contraste con las lutitas compactas de la Formación Pagüey y las arcillas de la Formación Parángula.

En el área Guafita-La Victoria- Caño Limón, ORTEGA et al. (1987) proponen el nombre Formación Guafita para la secuencia compuesta de areniscas bajas deltaicas (Miembro Arauca) del Oligoceno (probablemente alcanzando el Eoceno superior) y una secuencia lutácea-arenosa (Miembro Guardulio) del Mioceno inferior. La Formación Guafita es discordante entre estratos del Cretáceo y la "primera molasa" probable equivalente de la Formación El Palmar. En sentido general y regional, se supone que el Miembro Arauca corresponde a la Formación Carbonera y el Miembro Guardulio a la Formación León. En los campos mencionados, se han interpretado una o más discordancias (locales?) en la parte basal del Miembro Guardulio, la más inferior de las cuales probablemente separa el Oligoceno del Mioceno inferior.

En el suroeste de la cuenca de Maracaibo, la depresión del Táchira y el área de El Nula, la Formación Carbonera mantiene su identidad con su sección tipo, mientras que en el subsuelo de la cuenca de Apure/Llanos, la correlación entre pozos y afloramiento se dificulta por cambios menores de facies y, en cierta medida, por factores palinológicos. Sin embargo, los bioestratígrafos han llegado recientemente a la conclusión que la llamada Formación Mirador del subsuelo de la cuenca Llanos de Colombia equivale en realidad a las areniscas masivas de la parte basal de la Formación Carbonera (Figura 2, 3, 10) y que es algo más joven que en áreas al oeste y noroeste.

Litología

HEYBROEK (1953) describe brevemente la Formación Carbonera en los ríos Nula-Sarare como lutitas grises y lutitas arenosas alternando con areniscas en unidades gruesas, con restos de plantas y concresciones de ferrulita ("clay ironstone"). En el río Oirá, FIERRO Y PAREDES (1986) describen los 100 m basales con predominancia de lutitas y arcilitas gris oscura a marrón con restos de plantas y algunas areniscas marrón oscura, grano medio a fino, arcillosas, subyacentes a un paquete de 15 m de areniscas gruesas, algo lenticulares, gris a marrón, grano medio a grueso, con canales llenados y estratificación cruzada. El suscrito sugiere que la Formación Carbonera ha sido eliminada por fallamiento en esta sección, y que las lutitas descritas por FIERRO Y PAREDES pertenecen a la Formación León.

En el río Sarare, aunque muestran una columna litológica casi continua, FIERRO Y PAREDES notan que escasean los afloramientos. Allí muestran una sección predominantemente lutítica (76,5%) con intercalaciones de areniscas y dos paquetes de areniscas calcáreas-gluconíticas en la parte inferior (33,5 m) y superior (43,5 m). Mencionan calizas delgadas arenáceas de grano fino con rellenos de calcita recristalizada y moluscos. Los lignitos son escasos, probablemente cubiertos.

En el subsuelo, la Formación Carbonera basal, uno de los principales productores de petróleo, consiste en un paquete grueso de areniscas deltaicas, blancuzcas a grises y marrones, limpias, de grano fino, muy lenticulares, poco consolidadas, característicamente en capas gruesas a masivas con delgadas intercalaciones lutíticas; son comunes la estratificación cruzada, estructura "flaser", bioturbación, huellas de carga, y laminación ondulada. Las lutitas son de color gris, gris oscuro, negruzco, marrón, bien laminadas, compactas, localmente plásticas, muy carbonáceas con abundantes restos de plantas, localmente piriticas y gluconíticas y con algunas capas delgadas de lignito. La "Lutita Guafita" aparenta ser un buen marcador para las correlaciones de perfiles eléctricos, identificable en todos los pozos del área Guafita-Caño Limón.

Corpoven, S.A., ha dividido provisionalmente la secuencia en el campo Guafita, en orden descendente, en las arenas C-7, C-8, Lutita Guafita, C-9 y C-10. Existe abundante evidencia de varias diastemas o discordancias, siendo una de las más obvias la del tope del C-7-30, lo cual coincide con el cambio de flora del Oligoceno al Mioceno inferior (Figura 3, 10).

Espesor

La Formación Carbonera varía regionalmente de espesor por varias razones: cambio de facies a expensas de la Lutita León, erosión de magnitud variable, acuñamiento estratigráfico y adelgazamiento sobre altos estructurales (Tabla 10, 11, 12). NOTESTEIN et al. (1944) reportan 720 m en la sección tipo del flanco este del anticlinal Petrólea, con aumento de espesor hacia el norte y oeste. Sin embargo, un control de espesores regionales sugiere un aumento general hacia el norte, oeste y este desde la sección tipo, con adelgazamiento sobre las crestas de los pliegues. La Tabla 9 muestra espesores de 457-550 m en pozos de los campos Tibú-Tarra Oeste, 396 m en pozos del área de Cúcuta, 490 m en ríos al oeste de Cúcuta y 885 m en el río Omuquena. En el área de El Nula, HEYBROEK (1953, Tabla 8) midió secciones completas de 225 m en el río Oirá, 200 m en el anticlinal Diablo, 150 m en el sinclinal Sarare, y 290 m en la quebrada Paramonos del río Nula. La Formación Carbonera está erosionada o sobrelapada por la Formación Guayabo en la mayor parte de esta área.

En el subsuelo, la Formación Carbonera (ex-Mirador) está aparentemente disminuida en espesor por erosión regional, quedando esencialmente la parte basal, arenosa. Estas arenas tienen un eje de máximo espesor orientado noreste-suroeste, paralelo al eje de la Cuenca Apure/Llanos, con espesor máximo de 124 m en Rondón-1 (Colombia), desapareciendo hacia el este por erosión antes de llegar al río Meta. Promedia unos 76 m de espesor en el área Guafita-Caño Limón, con espesores mayores en los bajos estructurales; se reduce a menos de 15 m de espesor sobre el anticlinal La Victoria, y se aumenta a un máximo de 257 m en Capitanejo-2 (Tabla 10).

Contactos

En el suroeste de la cuenca de Maracaibo y la depresión del Táchira, ambos contactos de la Formación Carbonera son normales. El contacto con Mirador es generalmente brusco, marcado por el cambio de arenas masivas y limpias a lutitas carbonáceas ligníticas y arenas sucias; sin embargo, en muchas secciones de afloramiento, arenas del tipo de la Formación Mirador se desarrollan en la parte basal de la Formación Carbonera, dificultando la ubicación del contacto. El contacto con la Formación León es transicional

y, regionalmente diacrónico, marcado por el cambio de areniscas, lutitas y limolitas de la Formación Carbonera a las lutitas homogéneas de la Formación León.

En la cuenca de Apure/Llanos, la Formación Carbonera descansa discordantemente sobre el Paleooceno cerca al piedemonte de la cordillera Oriental, y sobre el Cretácico al este del acuñamiento del Paleooceno. Desde el eje del arco Arauca (i.e., campo Guafita), la Formación Carbonera descansa discordantemente sobre el Cretácico o sobre remanentes de la Formación Cobre (arena C-10 del Miembro Arauca); en el depocentro de Capitanejo, existen algunos pozos con la Formación Carbonera discordante sobre las formaciones Pagüey-El Cobre (Tabla 10).

En Guafita, el contacto entre las formaciones Carbonera y León es discordante, pero se desconoce si esta discordancia tiene extensión regional o si se restringe a la cresta y flancos del arco del Arauca. Como se dijo anteriormente, la discordancia coincide con un cambio de palinomorfos del Oligoceno a Mioceno inferior. En otras partes de la cuenca de Apure/Llanos (i.e., campo Arauca?, alto de Brujas/La Ceiba?) el contacto podría ser transicional, igual que en el depocentro Capitanejo.

Edad

En la quebrada La Capacha, TERAN et al. (1986) colocan a la base de la Formación Carbonera (muestras P-21 al P-27) en el Eoceno medio (Zona IV-B-a, b de GONZALEZ GUZMAN, 1967). Las muestras de Carbonera basal son pobres como indicadores de edad, apareciendo el **Cicatricosisporites dorogensis** en la muestra N° P-29, por lo cual la parte superior de la Formación Carbonera (muestras P-29 al P-73) se coloca en Eoceno superior y Eoceno superior-Oligoceno (muestras E-1 al E-8); sugieren que el contacto Eoceno-Oligoceno coincide con la posición de la muestra E-8 en donde abunda la **Verrucatosporites usmensis**.

En el área de Guafita-Caño Limón, la evidencia palinológica es conclusiva: MONROY Y VAN ERVE (1987) reconocen al Oligoceno (zona 25 de MULLER et al. 1985) para el Miembro Arauca (Carbonera, arenas C-7-30 al C-9), mientras que en el campo Caño Limón, las mismas arenas alcanzan el Eoceno superior.

La palinología de 1953 utilizada por HEYBROEK (Shell) ubica a Carbonera del área Sarare-Nula en el Eoceno medio a superior (zona O).

La Creole reportó **Robulus alatolimbatus**, **Trochammina teasi**, y **Eponides** sp., del Eoceno superior en su "León-Carbonera" del pozo Capitanejo-1 (3601-3848 m). KISER Y SULEK (1966) encontraron flora del Eoceno superior en la parte lutítica de la secuencia asfáltica de los ríos Quiú y Capitanejo: **Tripropollenites**, **Tricolpites**, **Cicatricosisporites**, y **Polycolpites**. Los nombres de especies están codificados, pero aseveran que "esta combinación ha sido recordada solamente del Eoceno superior y Eoceno medio más superior".

En general, estos datos sugieren que la Formación Carbonera es diacrónica, siendo básicamente Eoceno superior hacia el oeste y noroeste (suroeste cuenca de Maracaibo) y Oligoceno hacia el acuñamiento en Apure.

LORENTE (1986, Diagrama 31), en su excelente estudio de la palinología del Terciario Superior, coloca al Miembro Santa Bárbara de la Formación La Rosa en el Oligoceno, zona **Cicatricosisporites** y **Magnastriatites/Cicatricosisporites**, en la quebrada Carbón. La equivalencia entre los litofacies del Miembro Santa Bárbara y la Formación Carbonera es demostrable en las correlaciones de electrofacies de pozos exploratorios del sur del lago de Maracaibo. Por lo tanto, se deduce el diacronismo de la litofacies Carbonera-Santa Bárbara a partir del Eoceno superior en el suroeste de la cuenca de Maracaibo y la depresión del Táchira hasta el Oligoceno en la quebrada Carbón y el Mioceno inferior en el centro del lago (LORENTE, 1986, Diagramas 29, 31 y p.134).

Extensión geográfica

La Formación Carbonera se reconoce en la superficie y el subsuelo desde el distrito Colón del estado Zulia, a través de la depresión del Táchira y el piedemonte de la cordillera Oriental a la parte occidental de la cuenca de Apure/Llanos, y desde el río Úmquema hasta la ciudad de Mérida y el depocentro Capitanejo.

Correlación

La Formación Carbonera probablemente se correlaciona con la Formación La Sierra del piedemonte de Perijá. Como clástico basal del ciclo sedimentario del Eo-Oligoceno, la Formación Carbonera es también equivalente al Miembro Santa Bárbara de la For-

mación La Rosa, básicamente del Mioceno inferior. En la cuenca Llanos, se correlaciona con la Formación San Fernando. Contrario a lo indicado por GABELA (1985, Figura 8), las correlaciones lito- y bioestratigráficas sugieren que la Formación Carbonera (Eocene superior-Oligoceno) equivale a su "Mirador" (Eocene superior), y que la Formación León (Oligoceno-Mioceno inferior) equivale a su "Carbonera", intervalo C-1 al C-7 (Oligoceno). Otros autores inéditos también indican la probabilidad de que la Formación León se extienda a la cuenca de los Llanos como el intervalo C-2 (Formación Carbonera) de GABELA.

La secuencia lutítica con arena basal y fósiles del Eocene superior (ciclo 5 de RUSSOMANNO Y VELARDE, 1982), presente en pozos del depocentro Capitanejo, no pertenece al ciclo Pagüey/Gobernador (Eocene medio), sino al ciclo sedimentario siguiente que se inició en Táchira y Apure en el Eocene superior y Oligoceno con la Formación Carbonera (Miembro Arauca de la Formación Guafita), y que se continuó con breves intervalos de erosión durante el Mioceno inferior (Formación León, Miembro Guardulio de la Formación Guafita) y Mioceno ¿inferior-medio? (Formación Palmar).

Existe una variación importante en el carácter de este ciclo en Táchira-Apure comparado con el depocentro Capitanejo: en la primera, se inicia la fase molásica inferior con la Formación El Palmar, seguida por la molasa superior, más clástica, de la Formación La Copé, ambos separados de la otra y de la Formación León por diastemas; en el área de Capitanejo, existe una sola molasa. Las formaciones Parángula y Río Yucá, separadas del equivalente de la Formación Carbonera por diastema, pero incluyendo a las equivalentes de las formaciones El Palmar y La Copé, sin diastemas aparentes. ORTEGA et al. (1987) proponen el nombre Formación Guafita en la cuenca de Apure, con un miembro inferior (Arauca) equivalente a la Formación Carbonera y un miembro superior (Guardulio) equivalente a la Formación León.

Ambiente sedimentario

En la región de la sección tipo, la Formación Carbonera representa ambientes predominantemente del plano deltaico, con pantanos, canales distributivos, llanuras de inundación y abanicos de rotura, típicos de una arena basal transgresiva. En el área Guafita, el Miembro Arauca refleja un ambiente similar de un sistema deltaico de llanura baja, retrogradante en la zona de mareas y pantano-costera.

FORMACION LEON

Las lutitas de la Formación León representan la máxima transgresión de los mares someros del Terciario superior, depositados en un ciclo sedimentario que llenó la depresión entre las serranías de Perijá-cordillera Central y los Andes merideños-serranía de Trujillo. Mantiene su homogeneidad como unidad litoestratigráfica a través de la mayor parte de la cuenca de Maracaibo y la depresión del Táchira, cambiándose a facies más terrestres en la costa occidental del lago de Maracaibo y en la cuenca de Barinas. En la cuenca de Apure/Llanos, el cambio a una facies intermedia entre los lito-tipos de las formaciones León y Parángula justifica el uso del nuevo nombre, formación Guafita (Figura 3 y ORTEGA et al., 1987).

Litología

La litología de la Formación León es bien conocida en la literatura (Léxico Estratigráfico, 1970): lutitas grises, gris verdosas, duras, localmente glauconíticas, con algunas tramas arenosas-limolíticas y macrofósilíferas. En el campo Guafita, el Miembro Guardulio se compone de lutitas, arcilitas gris verdosas, localmente abigarradas, blandas, muy carbonáceas con zonas de esferulitas de siderita y algunas capas de lignito y nódulos de glauconita y pirita (ORTEGA et al., 1987). Están intercaladas con 20% de limolitas y areniscas de color gris a blancuzca, de grano fino, arcillosa-caoliníticas con algo de glauconita, siderita, pirita y costras de óxidos de hierro y algunas capas de lignitos.

Los minerales pesados se ubican en el conjunto "azul abierto" con abundante calcita y escaso epidoto, turmalina, circón, hornablenda y coridón.

Espesor

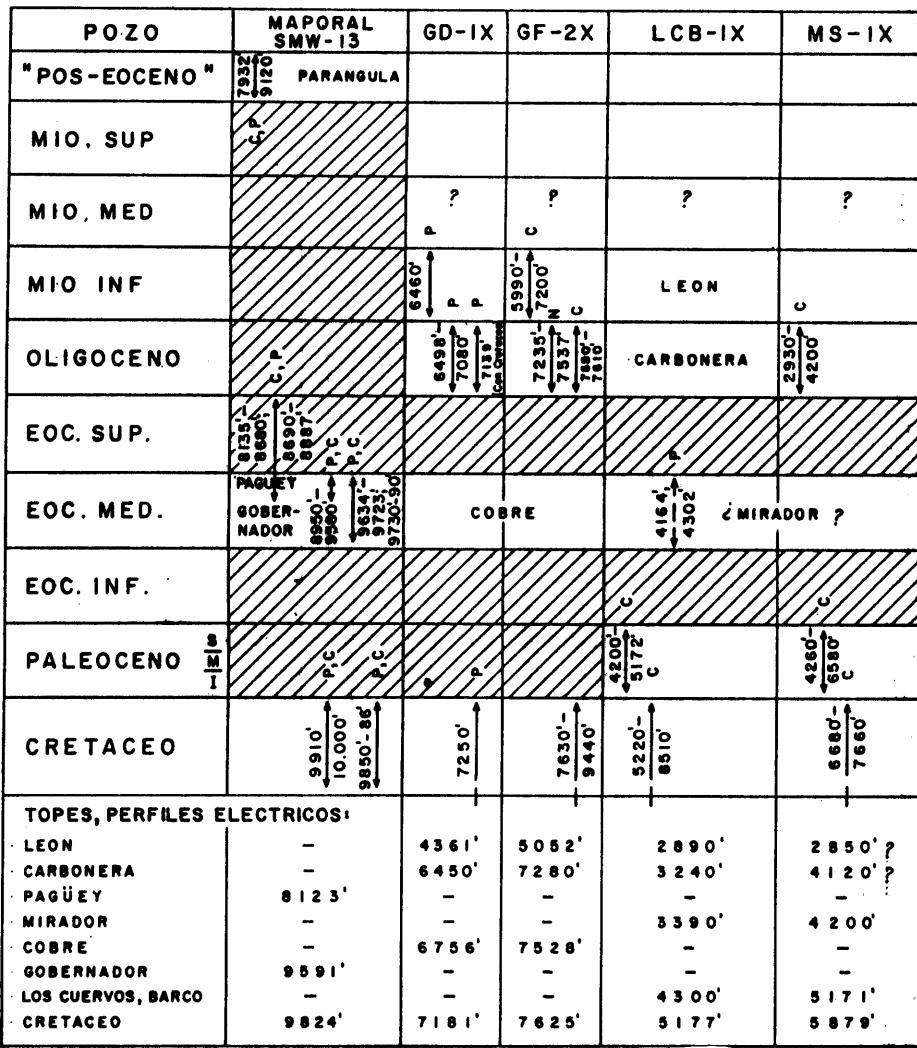
Desde los 780 m de la sección tipo en el anticlinal de Petrólea, la Formación León varía de espesor entre 350-110 m entre el distrito Colón del estado Zulia y la depresión Táchira, con el eje norte-sur de mayores espesores en líneas con el pozo Friata-1 (697 m) y en la sección Sogamoso-Agua Azul de Colombia (110 m); aumenta en espesor aún más hacia el depocentro Bobures del sur del lago de Maracaibo. HEYBROEK (1953) midió un máximo espesor de 535 m

de la Formación León (su Formación Sarare Inferior) en el sinclinal de Sarare. En la cuenca Apure/Llanos, secciones erosionadas en el subsuelo varían entre cero (Jordán-1X, La Ceiba-1X) hasta 440 m en Arauquita-1 y 679 m en Guafita-1X. En el depocentro Capitanejo, la Formación León se pierde en las arcillas de la Formación Parángula, pero correlaciones sísmicas sugieren una equivalencia de 570 m en Capitanejo-1.

En el lago de Maracaibo, los espesores de La Rosa-León varían de 244 m en el depocentro Bobures hasta su acuñamiento estratigráfico contra altos como el de Pueblo Viejo.

Contactos

Ambos contactos de la Formación León son normales y transicionales en la cuenca de Maracaibo. Aparentemente, es transicional con la Formación Carbonera y fuertemente discordante con la Formación El Palmar en el área de Sarare-Nula, y discordante en ambos contactos con la Formación Carbonera por debajo y El Palmar (?) por arriba en el área de La Victoria-Guafita. Su equivalente (Parángula inferior) en el depocentro Capitanejo es discordante con la For-



mación Carbonera (?) y transicional dentro de la parte central-inferior de la Formación Parángula con equivalentes de la Formación El Palmar.

Edad

Palinomorfos de la Formación León en la quebrada La Capacha ubican el contacto Eoceno superior-Oligoceno cerca del tope de la Formación Carbonera por la abundancia de **Verrucatosporites usmensis** en la muestra N° E-8; por lo tanto, León alcanza el Oligoceno en su base, faltando aún estudios palinológicos del resto de la sección. KUYL et al. (1953) colocan la Formación León en el Oligoceno superior-Mioceno inferior (zona planctónica **Globigerinatella insueta**). Muestras de la Formación León tomadas de la autopista nueva cerca de La Fría, sector El Divisa, fueron examinadas por MONROY (inédito), quien identificó la siguiente flora del Oligoceno (?):

Perisyncolporites pokornyi
Magnastriatites grandiosus
Polypodiisporites usmensis
Monosulcites sp.

Psilatricolporites costatus

P. triangulatus

P. divisus

Echiperiporites estellae

Retitricolporites guianensis

R. simplex

Cicatricosisporites dorogensis

Proxapertites operculatus

Bombacacidites sp.

Rugulatisporites sp.

Hystrichosphaeridium sp.

Mycrastheria sp.

VAN ERVE Y MONROY (1987) identificaron flora de las zonas 26 y 27 del Mioceno inferior en el Miembro Guardulio (Formación León) del área Guafita en La Victoria. HEYBROEK (1953) asignó su Formación Sarare Inferior (Formación León) aproximadamente al Eoceno superior-Oligoceno.

Por último, LORENTE (1986, Diagrama 30) coloca a la Formación León del pozo Friata-1X en las zonas palinológicas **Cicatricosisporites** y la parte inferior de **Magnastriatites/Cicatricosisporites**, las cuales la autora asigna al Oligoceno. La Figura 29, compuesta de las columnas bio-estratigráficas de LOREN-

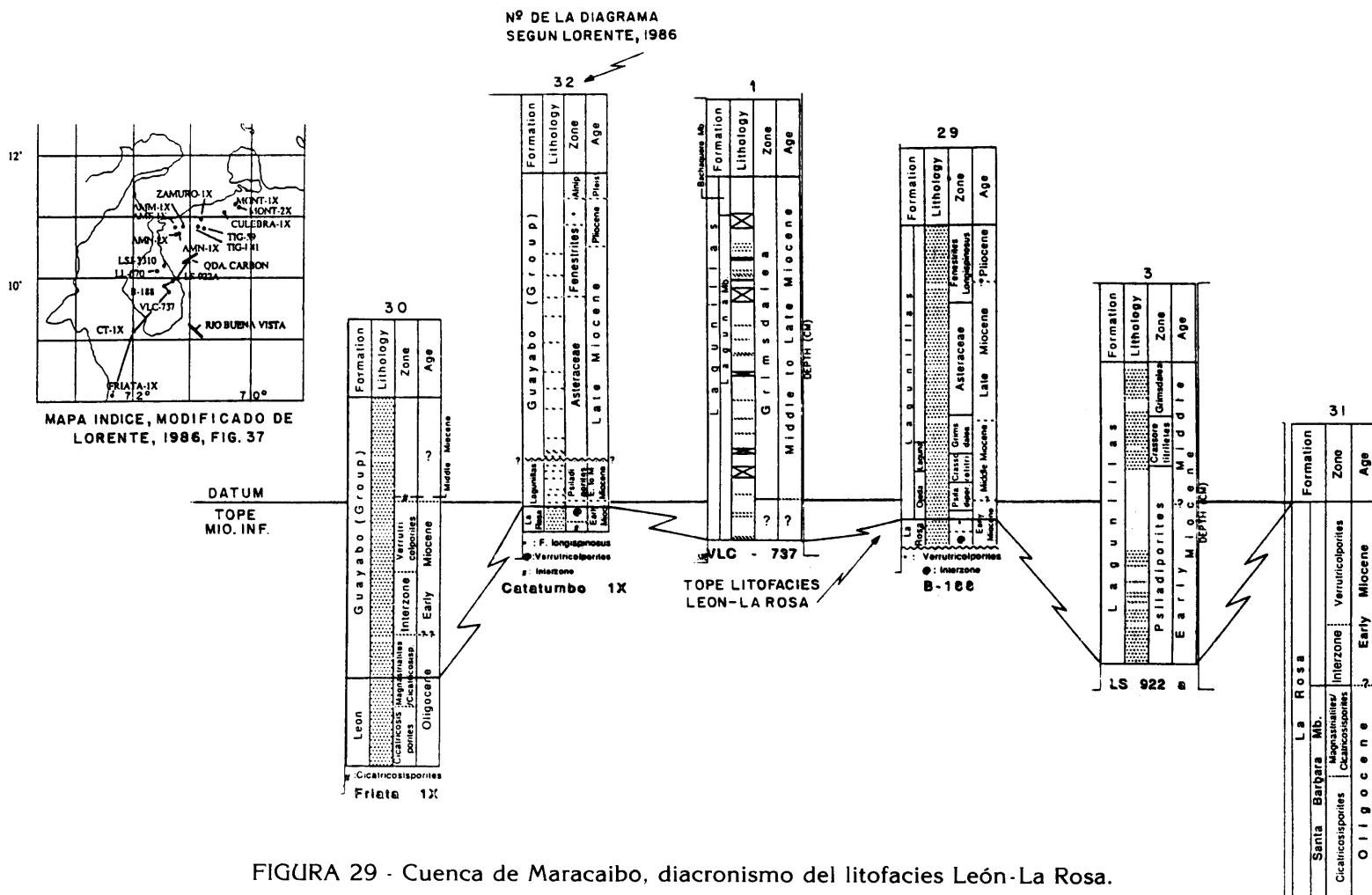


FIGURA 29 - Cuenca de Maracaibo, diacronismo del litofacies León-La Rosa.

TE muestra el diacronismo de la transgresión marina representada por la litofacies León-La Rosa, que alcanzó las áreas de Friata-1X y quebrada Carbón en el Oligoceno, y sobreelopó al alto de Centro Lago en el Mioceno inferior.

Extensión geográfica

El nombre de Formación León se utiliza en el sur y suroeste de la cuenca de Maracaibo, en la depresión del Táchira y áreas adyacentes de Colombia. Sus equivalentes litoestratigráficos continúan hasta el centro-este-norte del lago de Maracaibo (Formación La Rosa) y, con cambios menores de facies en el subsuelo de la cuenca de Apure/Llanos hasta el arco Arauca (Miembro Guardulio de la Formación Guafita).

Correlación

Como se ha indicado, la Formación León se correlaciona litoestratigráficamente con la Formación La Rosa, cambia a facies más continentales en la costa occidental del lago de Maracaibo (Formación Peroc), a facies más salobres y arenosas entre los campos Arauca, La Victoria-Guafita-Caño Limón (Miembro Guardulio de la Formación Guafita). Al este y noreste del arco Arauca, el Miembro Guardulio cambia a facies continental de la parte medio e inferior de la Formación Parángula, siendo posible su ubicación solamente a través de un buen reflector sísmico.

En la cuenca Llanos, el nombre de Formación León ha sido asignado a un intervalo de lutitas marinas del Mioceno medio, pero se descarta aquí esta correlación porque:

1. El diacronismo sugerido entre la sección tipo del campo de Petrólea y los pozos de Los Llanos es demasiado pronunciado (Oligoceno a Mioceno Medio).
2. El Terciario superior de la cuenca Llanos es generalmente más marino que en las cuencas de Barinas y Maracaibo, permitiendo así la posibilidad de intervalos litológicamente similares a la Formación León a niveles estratigráficos más jóvenes.
3. El cambio de facies de lutitas homogéneas (Formación León) a lutitas, areniscas y lignitos de ambiente marino somero-litoral hacia la línea de playa (hacia el escudo de Guayana) es lógica y resulta en la reducción del litotipo de la Formación León a un intervalo más delgado como el intervalo C-2

de la "Formación Carbonera" de los geólogos colombianos; esta correlación entre la Formación León y C-2 ha sido sugerida por varios geólogos.

Ambiente sedimentario

La Formación León en su litología típica es de ambiente marino abierto con foraminíferos planctónicos a marina somera y salobre, localmente con condiciones reductoras. Hacia los límites de la cuenca sedimentaria de esa época geológica, los equivalentes de la Formación León, particularmente el Miembro Guardulio, tienden hacia ambientes de pantano con aportes de agua dulce y canales distributivos con esporádicas incursiones de mares someros.

FORMACION EL PALMAR

La Formación El Palmar conforma el intervalo transicional regresivo entre las lutitas marinas de la Formación León y los conglomerados y arcillas continentales de la Formación Isnotú en su área tipo del flanco norandino.

Litología

Según TRUMP Y SALVADOR (1964), la Formación El Palmar se caracteriza por arenas de colores claros, grano fino, en capas de espesor grueso a medio, intercaladas con lutitas "tipo León". HEYBROEK (1953) describe "areniscas amarillas duras, con láminas de carbón, lutitas grises y lutitas arenosas que alternan con abundantes capas de carbón" en la quebrada Pava del río Sarare.

En pozos de La Victoria-Guafita, el primer intervalo molásico considerado equivalente la Formación El Palmar, consiste en 40-60% de arenas y arenas amarillentas a blancas, no consolidadas, de grano fino a medio, mal o bien escogidas, poco piríticas, 35% de arcilla amarilla, crema, marrón, rojiza abigarrada, pastosa, 5,25% de limolita moteada marrón, rojiza, amarilla y trazas de ffnita y esquisto. Las arenas tienden a formar paquetes más gruesos, 9 a 15 m de espesor, en la parte medio e inferior. Hacia la base del intervalo aparecen algunas capas delgadas de lutitas similares a la Formación León (Miembro Arauca) subyacente.

Espesor

TRUMP Y SALVADOR (1964) mencionan más de 1400 m en el norte de Táchira, mientras que HEYBROEK (1953) midió una sección incompleta de 315 m en el área Nula.

En el área La Victoria-Guafita, el espesor de la Formación El Palmar varía entre 1062 y 1265 m, disminuyéndose hacia Apure-2 (923 m) y Agua Linda-1 (957 m). Desaparece en los pozos del alto La Ceiba por erosión.

Contactos

La Formación El Palmar es concordante y transicional con la Formación León por debajo y con la Formación Isnotú por arriba en el suroeste de la cuenca de Maracaibo. Indicios de superficie en el área de Sare sugieren que la Formación El Palmar descansa con discordancia angular sobre la Formación León, relación que requiere confirmación. En los perfiles eléctricos y las litologías del subsuelo de Apure/Llanos, se interpretan contactos bruscos y discordantes de la molasa la Formación El Palmar con las lutitas de la Formación León subyacentes y las arenas masivas, lutíticas de la Formación La Copé (Formación Isnotú) sobreayacentes.

Pero en la cuenca de Barinas, es imposible distinguir ni la litología ni la electrofacies ni el carácter de los contactos de los equivalentes de las formaciones León y Palmar dentro de la Formación Parángula, siendo Parángula una secuencia continua de arcillas y arenas; solamente con la ayuda de reflectores sísmicos pueden trazarse las equivalentes de las formaciones León y Palmar desde Guafita hacia pozos como Agua Linda-1 en la cuenca Barinas.

Edad

TRUMP Y SALVADOR (1964) asignan la Formación El Palmar al Oligoceno superior-Mioceno medio "basado en conjuntos faunales colecciónados en Táchira norte". HEYBROEK (1953) identificó flora del Oligoceno, llegando al Mioceno (zonas R, S, T del Grupo Shell). En el sur del lago de Maracaibo, LORENTE (1986, p. 134 y Tabla 19) comenta que la sedimentación del Grupo Guayabo (formaciones Palmar e Isnotú) se inició durante el Mioceno inferior y se continuó durante todo el Mioceno medio.

Hasta ahora, el intervalo asignado a la Formación El Palmar en el subsuelo del estado Apure ha resultado estéril en flora; por posición estratigráfica, encima del Mioceno inferior de la Formación León, se supone que la Formación El Palmar pertenece al Mioceno inferior y medio.

Esto se confirma en los pozos colombianos en los cuales el equivalente de la Formación El Palmar es más marino que en Venezuela y contiene un tramo lutítico polinífero referido por Ecopetrol a la Formación León, de edad Mioceno medio, llegando en algunos pozos al Mioceno inferior, representadas por las zonas *Magnastriatites howardi* y *Verrutricolporites rotundiporites*.

Por otra parte, PIERCE (1960) y FEO CODECIDO (1969) mencionan en la Formación Parángula, parcialmente equivalente a la Formación Palmar, foraminíferos redepositados del Eoceno y algunas floras sugerivas del Mio-Oligoceno.

Extensión geográfica

La Formación El Palmar tiene su desarrollo típico en el suroeste y sur de la cuenca de Maracaibo, extendiéndose a la depresión del Táchira; sus equivalentes en el subsuelo de Apure/Llanos se extienden desde el arco del Arauca hasta la parte norte de la cuenca de los Llanos y hasta los altos de Brujas-La Ceiba.

Correlación

La Formación El Palmar es equivalente litoestratigráficamente a la Formación Lagunillas del lago de Maracaibo y parcialmente a las formaciones Macoa-Ceiba de la costa occidental del lago de Maracaibo.

En el subsuelo de la cuenca de Apure/Llanos, se extiende el uso del nombre al intervalo entre las lutitas marinas de la Formación León (Miembro Guardulio) subyacentes y las areniscas fangáticas de la Formación La Copé, suprayacente, según las definiciones dadas en este trabajo.

De esta forma, la Formación El Palmar del área Guafita-La Victoria equivale a la parte media y superior de la Formación Parángula de Barinas, estando su base marcada por el reflector sísmico común a ambas áreas.

La Formación El Palmar, incluye la Formación León de GABELA (1985) y otros autores de la cuenca de los Llanos y es equivalente en alguna forma, a la Formación Charte de esa cuenca.

Ambiente sedimentario

La Formación El Palmar es de ambiente salobre a marino somero en el norte de Táchira, la depresión del Táchira y el área Guafita-La Victoria, con intervalos de ambiente marino más abierto en la cuenca Llanos; es más parálica y continental hacia Barinas en donde probablemente existía un ambiente de ríos entrecruzados, lagunas y esporádicamente pantanos con influencia de marea.

FORMACION LA COPE

La Formación La Copé conforma la segunda molasa en la cuenca Apure/Llanos y consiste en los materiales erosionados del rápido levantamiento de los Andes merideños y la cordillera Oriental y arrojados precipitadamente a las antefosas adyacentes. MACELLARI (1982), autor del nombre, describió la formación en los alrededores de la depresión de Burgua en Táchira suroccidental como "un conjunto de conglomerados, areniscas y arcilitas" con su sección tipo "en las proximidades de la quebrada de La Copé, a lo largo de la carretera que une a San Cristóbal con Santo Domingo".

Litología

Informalmente, MACELLARI reconoció un miembro inferior de conglomerados masivos con clastos entre 5 y 30 cm de diámetro provenientes principalmente de la Formación La Luna, cementados por óxidos de hierro en una matriz arenosa de grano grueso y color amarillento a gris claro; estos están intercalados con potentes capas de areniscas gris clara y amarillenta friables, con estratificación entrecruzada y capas de arcilita gris claro y masiva. El miembro superior es más arcilloso, compuesto de arcilitas grises, moteadas rojizas y amarillentas, alternando con areniscas blancuzcas, rosadas, amarillentas masivas con niveles conglomeráticos.

En el subsuelo de Guafita-La Victoria y Alto Brujas, la Formación La Copé se caracteriza por el predominio de areniscas en paquetes gruesos con abundante feldspato detrital proveniente de la erosión de la Formación La Luna.

Espesor

MACELLARI midió un espesor de 1680 m; HEYBROEK (1953) estimó un espesor de 4540 m en el área norte del río Cutufí y 4710 m en río Nula. En realidad, el espesor varía mucho, según la posición en el afloramiento o la antefosa y según la cantidad de sección erosionada. En los pozos de Apure, el espesor oscila alrededor de los 700 m.

Contactos

La Formación La Copé descansa con marcada discordancia sobre formaciones más viejas en el área Sarare-El Nula, desde la Formación León hasta la Formación Aguardiente, aunque en muchas secciones la angularidad del contacto no es obvia. Líneas sísmicas sobre los altos de Brujas y La Ceiba muestran la angularidad en forma notable, con la Formación La Copé sobre la Formación La Quinta (?), Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno Inferior-Medio, sucesivamente.

En la cuenca de Barinas, se considera el contacto las formaciones Parángula y Río Yuca como concordante y transicional; reflectores sísmicos continuos desde el alto Brujas hasta Agua Linda-1 muestran la aproximada equivalencia de las formaciones La Copé, El Palmar y León con las formaciones Río Yuca y Parángula y la discordancia angular del alto de Brujas en contraste con la relación aparentemente concordante en el depocentro Capitanejo.

Edad

Por deducción, MACELLARI asigna a la Formación La Copé al "Mioceno tardío al Plioceno temprano". HEYBROEK (1953) encontró polen en La Copé basal del río Sarare no-diagnóstico de edad, pero asignado al "Mioceno o más joven".

En Colombia, la Formación Calzón equivalente ha dado polen de "edad Mioceno". La formación es generalmente estéril en el subsuelo, o contiene flora de largo rango de edad; por inferencia de su posición estratigráfica suprayacente a estratos del Mioceno ¿inferior o medio? se le supone una edad que se extiende desde el Mioceno medio al Plioceno.

LORENTE (1986, p. 134 y Tabla 19) indica que la Formación Isnótú pertenece al Mioceno medio en el sur del lago de Maracaibo; el suscrito extiende esa edad por extrapolación a la Formación La Copé.

Extensión geográfica

La Formación La Copé aflora en el piedemonte de la cordillera Oriental, la depresión Táchira y los Andes merideños hasta el área del río Doradas. Está presente en el subsuelo de todos los pozos de Apure perforados hasta el momento.

Correlación

Se correlaciona aproximadamente con las formaciones Isnótú y Río Yuca en Venezuela y las formaciones Caja y Calzón en Colombia. La extensión de la Formación La Copé hacia el Plioceno por MACELLARI (1982) sugiere también una equivalencia con la Formación Betijoque.

Ambiente sedimentario

El ambiente es esencialmente de abanicos fluviales y ríos entrelazados cerca a las fuentes de sedimentación del piedemonte y de ambientes fluviales, lacustres y de aguas salobres en áreas lejos de las cordilleras.

TABLA 1
ESPESORES ESTRATIGRAFICOS, FORMACION "RIO NEGRO": APURE-BARINAS-LLANOS

Pozos Chorro-2 y

| | | | |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|------|
| Pedraza-1. | : 38m (125') | aprox. Sweet, et al. | 1957 |
| Río Ceparo | : 365m (1165') | " " | 1957 |
| Cafío Playa | : 175m (574') | " " | 1957 |
| Área Chigüires | : 115m (377') | " " | 1957 |
| Qda. Quevedo | : 90m (295') | " " | 1957 |
| Camino Sta. Bárbara | : 100m (328') | " " | 1957 |
| Ríos Quiú y Curito | : 70m (230') | " " | 1957 |
| Río Micháy | : 30m (98') | " " | 1957 |
| Río Bumbum | : 140m (459') | " " | 1957 |
| Río Frío | : +1175m (3855') | Heybroek, | 1953 |
| N. of Block "B" (Táchira) | : 1700m (5578') | Loser, | 1952 |
| Toledo-Samore, Colombia | : 2500m (8200') | RR (U.S.) INC. | 1983 |
| Área Mula | : 300m-500m (984'-1640') | Fierro | 1985 |
| Qda. Importante, Río Mula | : 200m (656') | Heybroek | 1953 |
| Surco Uribante | : 1500m (4922') | Renz | 1982 |

TABLA 2
ESPESORES ESTRATIGRAFICOS FORMACION APON: APURE-BARINAS-LLANOS

| AREA | ESPESOR | AUTOR | |
|--------------------|---------|------------|----------------------|
| Barinas-Barinatas | 10-90m | (33'-295') | Pierce (1960) |
| El Mula | 150m | (492') | Fierro (1985) |
| Área San Cristóbal | 10-200m | (33'-656') | Useche (1975) |
| Pamplona-Saravena | 120m | (394') | RR(U.S.) Inc. (1983) |
| Área El Mula | 310m | (1017') | Heybroek (1953) |
| Río Uribante | 140m | (459') | Heybroek (1953) |

TABLA 4
PALINOMORFOS, FORMACIONES ESCANDALOSA Y NAVAY, SUBSUELO DE LA CUENCA APURE (MONROY Y VAN ERVE, 1987)

| | |
|---|-------------------------------|
| <u>Clavainaperturites clavatus</u> | <u>Cicatricosporites sp.</u> |
| <u>Foveotriletes margaritae</u> | <u>Callialasporites sp.</u> |
| <u>Tetradites umirensis</u> | <u>Camarozonosporites sp.</u> |
| <u>Spinizonocolpites baculatus</u> | <u>Deltoidospora sp.</u> |
| <u>S. echinatus</u> | <u>Dinogymnum sp.</u> |
| <u>Droseridites senonicus</u> | <u>Ephedripites sp.</u> |
| <u>Psilatricalporites cf P. tetradus</u> | <u>Foveotriletes sp.</u> |
| <u>Dinogymnum euclaensis</u> | <u>Ostusipora sp.</u> |
| <u>D. microgranulosum</u> | <u>Ariadnaesporites sp.</u> |
| <u>Chatangiella spectabilis</u> | <u>Pterospermella sp.</u> |
| <u>Cleistosphaeridium faciculare</u> | <u>Balmeisporites sp.</u> |
| <u>Cyclonephelium distinctum</u> | <u>Dinoflagelados s/dif.</u> |
| <u>Exochosphaeridium pseudohystrichodinium</u> | |
| <u>Odontochitina costata</u> | |
| <u>Oligosphaeridium pulcherrimum</u> | |
| <u>Palaeohystrichophora infusoriotoides</u> | |
| <u>Spinidinium echinofidum</u> | |
| <u>Dehaaniycysta australina</u> | |
| <u>Echitriporites triangulariformis</u> Forma B | |

TABLA 3
PALINOMORFOS, FORMACION AGUARDIENTE, SUBSUELO DE LA CUENCA APURE
(Monroy y van Erve, 1987; Arnstein y Monroy, 1984?)

| | |
|--|---------------------------------|
| <u>Gnetaceae pollenites diversus</u> Stover, 1964 | |
| <u>Corollina brasiliensis</u> Herngreen, 1972 | |
| <u>Elateroplicites africanaensis</u> Herngreen, 1972 | |
| <u>Elaterosporites klaszi</u> ; Jardine, 1967 | |
| <u>Ephedripites pentacostatus</u> Regali, et al., 1974 | |
| <u>Converrucoesporites spp.</u> | <u>Foveotriletes sp.</u> |
| <u>Corollina spp.</u> | <u>Exochosphaeridium sp.</u> |
| <u>Oligosphaeridium sp.</u> | <u>Palaeohystrichophora sp.</u> |
| <u>Deltoidospora sp.</u> | <u>Cicatricosporites sp.</u> |
| <u>Odontochitina sp.</u> | <u>Reticulatosporites sp.</u> |
| <u>Gemmatrilete sp.</u> | <u>Leptolepidites sp.</u> |
| <u>Ostusipora sp.</u> | <u>Dinoflagelados</u> |

TABLA 5
MICROFLORA Y FAUNA, FORMACION ESCANDALOSA, REPRESAS BORDE SECO Y LA VUELTOZA (RAMOS ET AL., 1986).

REPRESA BORDE SECO:

| | |
|--|--|
| <u>Gnetaceae pollenites diversus</u> | |
| <u>Xiphophoridium alatum</u> | |
| <u>Odontochitina costata</u> | |
| <u>O. operculata</u> | |
| <u>Corollina sp.</u> | |
| <u>Ariadnaesporites sp.</u> | |
| <u>Foraminiferos: Haplophragmoides cf. flageri</u> | |
| <u>Ammobaculites cf. colombianus</u> | |

REPRESA LA VUELTOZA:

| | |
|---------------------------------------|--|
| <u>Oligosphaeridium pulcherrimum</u> | |
| <u>Exochosphaeridium phragmites</u> | |
| <u>Florentina resex</u> | |
| <u>Callialasporites dampieri</u> | |
| <u>Dinogymnum sp. (dinoflagelado)</u> | |
| <u>Pediastrum sp. (algas)</u> | |

TABLA 6

MICROFLORA Y FAUNA, FORMACION NAVAY, REPRESAS BORDE SECO
Y LA VUELTOSA (RAMOS ET AL., 1986)

| BORDE SECO | LA VUELTOSA |
|------------------------------------|----------------------------------|
| M BRO. QUEVEDO | |
| <i>Cyclonephelium distinctum</i> | <i>Ceratiopsis granulosriata</i> |
| <i>Senegalinium bicavatum</i> | <i>Hystrichodinium pulchrum</i> |
| <i>S. laevigatum</i> | <i>Cyclonephelium distinctum</i> |
| <i>Ceratiopsis granulosriata</i> | <i>Retriticolpites sp.</i> |
| <i>Subtilisphaera senegalensis</i> | <i>Spiniferites sp.</i> |
| <i>Palaeocystodinium gabonense</i> | |
| <i>Dinogymnum digitus</i> | |
| <i>D. acuminatum</i> | |
| <i>D. nelsonense</i> | |
| <i>D. albertii</i> | |
| <i>D. deflandrei</i> | |
| M BRO. LA MORITA | |
| <i>Cyclonephelium distinctum</i> | <i>Cyclonephelium distinctum</i> |
| <i>Hystrichodinium pulchrum</i> | <i>Senegalinium laevigatum</i> |
| <i>Dinopterygium tuberculatum</i> | <i>Ceratiopsis granulosriata</i> |
| <i>Dinogymnum undulosum</i> | <i>Dinogymnum cocksoniae</i> |
| <i>Psiladiporites magdalensis</i> | <i>D. vozzhennikovae</i> |
| <i>Florentinia mantelli</i> | <i>Leiosphaeridia sp.</i> |
| <i>Subtilisphaera pirnaensis</i> | <i>Dinogymnum sp.</i> |
| <i>Andalusia polymorpha</i> | <i>Ariadnaesporites sp.</i> |
| <i>Ceratiopsis granulosriata</i> | <i>Spiniferites sp.</i> |
| <i>Senegalinium bicavatum</i> | <i>Deltoidospora sp.</i> |
| <i>Dinogymnum sp.</i> | <i>Pterospermella sp.</i> |
| <i>Deltoidospora sp.</i> | |
| <i>Spiniferites sp.</i> | |
| <i>Thalassiphora sp.?</i> | |

TABLA 7

MICROFLORA Y FAUNA, FORMACION NAVAY, POZOS JORDAN-IX Y LA CEIBA-IX,
CUENCA APURE (MONROY Y ARISTEIN, 1984)

| M BRO. LA MORITA | Jordan-IX | La Ceiba-IX |
|------------------|---|--|
| | <i>Coccolithus barnesiae</i> | <i>Dinogymnum nelsonense</i> |
| | <i>Watnaweria britanica</i> | <i>Proxapertites operculatus</i> |
| | <i>W. bipora</i> | <i>Psilatricolporites sp.</i> |
| | <i>Chiastozygus diplogrammes</i> | <i>Rugulatisporites sp.</i> |
| | <i>Micula staurophora</i> | |
| | (Cenomanense-Maestrichtiense) | <i>Retriticolporites sp.</i> |
| | | <i>Proxapertites sp.</i> |
| | <i>Globotruncana fornicate</i> | <i>Ephedripites sp.</i> |
| | <i>G. inornata</i> | <i>Proteacidites sp.</i> |
| | <i>G. cf. concavata</i> | (Cenomanense-Coniaciense) |
| | <i>Heterohelix cretacea</i> | |
| | <i>H. navarroensis</i> | <i>Globotruncata inornata</i> |
| | <i>H. globulosa</i> | <i>G. imbricata</i> |
| | <i>H. reussi</i> | <i>G. scheegansi</i> |
| | <i>H. slabocarinata</i> | |
| | <i>Rugoglobigerina tradinghousensis</i> | <i>Praeglobotruncana delrioensis</i> |
| | <i>Globigerinelloides ultrimicra</i> | <i>Heterohelix navarroensis</i> |
| | <i>Globigerinelloides ultrimicra</i> | <i>H. cretacea</i> |
| | <i>Guembelitriella graysonesis</i> | <i>H. globulosa</i> |
| | <i>Ammobaculites polythalamus</i> | <i>H. reussi</i> |
| | <i>A. texanus</i> | <i>H. pulchra</i> |
| | <i>Praeglobotruncana sp.</i> | <i>Whiteinella archaeocretacea</i> |
| | (Santonense superior- | <i>Haplophragmoides excavata</i> |
| | Campaniense; zonas G. <i>G. concavata</i> - <i>G. calcarata</i> | <i>Rugoglobigerina trading-</i> <i>housensis.</i> |
| | | <i>Raceneguembelina fructicosa</i> |
| | | <i>Pseudoguembelina costulata</i> |
| | | <i>Siphogeneroides plumieri</i> |
| | | (Turonense-Coniaciense) |

M BRO. QUEVEDO

No hay informació del
Jordan-IX

Arkhangelskiella costata
Micula decussata

Flora del LCB-IX:

| | |
|------------------------------------|--|
| <i>Spinizonocolpites baculatus</i> | <i>Haplophragmoides excavata</i> |
| <i>Classopolis classoides</i> | <i>Pseudoguembelina costulata</i> |
| <i>Dinogymnum nelsonae</i> | <i>Guembelina cretacea</i> |
| <i>Monosulcites sp.</i> | <i>Rugoglobigerina rugosa</i> |
| <i>Paleocystodinium sp.</i> | <i>Reophax sp.</i> |
| <i>Dinoflagelados</i> | <i>Nodosaria sp.</i> |
| (Coniaciense-Campaniense) | <i>Anomalina sp.</i> |
| | <i>Heterohelix sp.</i> |
| | <i>Uvigerina sp.</i> |
| | (Campaniense-Maestrichtiense; |
| | zonas <i>G. elevata</i> - <i>G. maya-</i> <i>roensis</i>). |
| | <i>Glomospira gordialis</i> |
| | <i>Rugoglobigerina trading-</i> <i>housensis.</i> |
| | <i>Buliminella cf. <i>B. caryae</i></i> |
| | <i>Heterohelix navarroensis</i> |
| | <i>Pleurostomella sp.</i> |
| | (Santonense superior- |
| | Maestrichtiense inferior; |
| | zonas <i>G. concavata</i> - <i>G. laparenti</i>). |

TABLA 8

AREA EL NULA-SARARE: ESPESORES ESTRATIGRAFICOS (NEYBROEX,
1983) (NOMENCLATURA AJUSTADA AL USO ACTUAL)
PILES (METROS); F= FALLADA; ER = EROSIONADA

| FORMACION | R. OIRA | R. SARARE D. | ANT. DIABLO | SGM. SARARE | R.CUTUFI N. | R. CUTUFI / Q.LISA |
|------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------------|
| Copé | ER | ER | ER | ER | +82(25) | +246(75) |
| Palmar | ER | ER | ER | +1033(315) | ER | ER |
| León | 607(185) | ER | +1542(470) | 1755(535) | ER | ER |
| Carbonera | 738(225) | ER | 656(200) | 492(150) | ER | ER |
| Mirador | 951(290) | +853(260) | +951(290) | +558(170) | ER | ER |
| Los Cuervos | 1394(425) | +1198(365) | +1394(425) | - | +482(147) | +246(75) |
| Barco | 705(215) | - | +617(188)F | - | 1000(305) | +1083(330) |
| Catatumbo | 656(200) | - | - | - | 722(220) | - |
| Hbro. Río de Oro | 308 (94) | - | - | - | 394(120) | - |
| Hbro. Lut. Colón | 1430(436) | - | - | - | +1575(480) | - |
| La Luna | 1683(513) | - | - | - | +1650(503)F | - |
| Escandalosa | - | - | - | - | - | - |
| Aguardiente | - | - | - | - | - | - |
| Río Negro | - | - | - | - | - | - |
| FORMACION | R. NULA (COMPUESTA) | R.NULA/ Q.RAMALA | R.CUITE) (COMPUESTA) | Q.BUENAÑA | Q.LEJOS | |
| Copé | +131(40) | ER | ER | +8859(2700) | +14896(4540) | |
| Palmar | +82(25) | ER | ER | ER | ER | ER |
| León | ER | ER | ER | ER | ER | ER |
| Carbonera | +951(290) | ER | ER | ER | +148(45) | |
| Mirador | +951(290) | +89(27) | +574(175) | ER | ? | |
| Los Cuervos | 1017(310) | | 1194(364) | 1450(442) | +902(275) | |
| | +2215(675)F | | | | | |
| Barco | 623(190) | | 653(199) | 571(174) | +345(105) | |
| Catatumbo | 1115(340) | - | 892(272) | 276 (84) | - | |
| Hbro. Río de Oro | 427(130) | - | +656(200) | +656(200) | - | |
| Hbro. Lut. Colón | +1641(500) | - | +1641(500) | 71132(345)F | - | |
| La Luna | +1683(513) | - | +902(275) | 2375(724) | - | |
| Escandalosa | | | | | | |
| Aguardiente | 1493(455) | - | - | 1493(455) | - | |
| Río Negro | 656(200) | - | - | +2215(675) | - | |
| La Quinta | +1312(400) | - | - | - | - | |

TABLA 9
ESPESORES ESTRATIGRAFICOS DEL GRUPO OROQUE
PIES (METROS)

| AREA | CATATUMBO | BARCO | LOS CUERVOS | TOTAL | AUTOR | POZO |
|-------------------|-----------|-----------|--------------|------------|-------------------|---------------|
| Tarra Oeste | 489(149) | 305 (93) | 889(271) | 1683(513) | Kiser (Este Inf.) | |
| Fila-1 | 290 (88) | 550(168) | 700(213) | 1540(469) | " (Véase Fig. 13) | |
| Socuavo-1 | 550(168) | 215 (66) | 1085(331) | 1850(564) | " | |
| R.Zulia-2 | +364(111) | 272 (83) | 878(268) | +1514(461) | " | Yaure-2 |
| Rodeo-1 | 465(142) | 313 (95) | 897(273) | 1675(510) | " | Pedraza-1 |
| Mucurera-1 | 612(186) | 310 (94) | 915(279) | 1837(560) | " | Capitanajeo-1 |
| Tasajero-1 | 535(163) | 290 (88) | 1240(378) | 2065(629) | " | " -2 |
| Jordan-IX | Ausente | 710(216) | 180 (55) | 890(271) | " | Socopó-1 |
| LCB-IX | " | 592(180) | 285 (87) | 877(267) | " | " -2 |
| MS-JX | " | 483(147) | 222 (68) | 705(215) | " | Bumbum-1 |
| Arauca-1 | " | 673(205) | 58 (18) | 731(223) | " | Agua Linda-1 |
| Arauca-2 | " | 348(106) | 155 (47) | 503(153) | " | Rosalía-1 |
| Arauca-3 | " | 227 (69) | 48 (15) | 275 (84) | " | Apure-2 |
| Arauca-4 | " | 377(115) | 171 (52) | 548(167) | " | GD-IX |
| Burgua-3 | " | 7515(157) | 755 (17) | 7570(174) | " | Amparo-IX |
| R.Oirá | 656(200) | 705(215) | 1394(425) | 2755(840) | Heybroek (1953) | C.Muñoz-IX |
| R.Cuite | 892(272) | 653(199) | 1194(364) | 2739(835) | " | GF-7X |
| Q.Buenahá | 62 (19) | 889(271) | 1216(371) | 2167(660) | Corpoandes (1981) | Pitucó-1 |
| Pamplona-Saravena | Ausente | 722(220) | 951(290) | 1673(510) | RRUS (1983) | Lechazote-4 |
| R.Cutuff Norte | 722(220) | 1001(305) | 482(147) | 2205(672) | Heybroek (1953) | " -3 |
| Q. Lejos | Ausente | 345(105) | 902(275) | 1247(380) | " | Erosionado? |
| S.Cristobal | " | ? | ? | 2999(914) | " | Calzada-3 |
| S.Nevada, Cocuy | ? | 984(300) | 1640(500) | 2624(800) | RRUS (1983) | 7528 - 7770 |
| Area Rubio | 1155(352) | 312 (95) | 1532(467) | 3000(914) | Ferrell (1967) | 242 (74) |
| R.Umuquena | Ausente | 1706(520) | 2854(870) | 4560(1390) | " | 6780 - 7057 |
| Seboruco | " | 476(145) | 689(210) | 1165(355) | " | 277 (84) |
| Q.Carbonera | 143 (44) | 965(294) | 1193(364) | 2301(701) | Corpoandes (1981) | Erosionado? |
| Q. Batatal | | | Grupo Oroque | 948(289) | Fierro (1987) | Erosionado? |

TABLA 10
ESPESORES ESTRATIGRAFICOS, FORMACIONES CARBONERA Y COBRE, CUENCA BARINAS
PIES (METROS)

| FM. "CARBONERA" | INTERVALO | ESPESOR | FM. COBRE | |
|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|
| | | | INTERVALO | ESPESOR |
| 3395' - 4225' | 830' (253) | 4225- 5027' | 695 (212)++* | |
| 858 - 2300 | +640 (195)* | 2300- 4891 | +1052 (320)+ | |
| 11860 - 12617 | 757 (231) | 12617-13590 | 973 (297) | |
| 10906 - 11749 | 843 (257) | 11749-12676 | 927 (283) | |
| 10618 - 11221 | 603 (184) | 11221-12607 | 1386 (422) | |
| " - 2 | 12640 - 12945 | 305 (93) | 12945-14625 | 1680 (512) |
| Bumbum-1 | Erosionado | 0? | 11978-13240 | 1262 (385)** |
| 9490 - 9914 | 424 (129) | 9914-10662 | 748 (228) | |
| Rosalia-1 | 8175 - 8504 | 329 (100) | 8560 - 9318 | 758 (231)++* |
| Apure-2 | 5832 - 5996 | 164 (50) | 5996- 6430 | 434 (132) |
| GD-IX | 6384 - 6756 | 372 (113) | 6756- 7181 | 425 (130) |
| 6618 - 7042 | 424 (129) | 7042- 7048 | 606 (185) | |
| C.Muñoz-IX | 7091 - 7524 | 433 (132) | 7524- 7782 | 258 (79) |
| GF-7X | 7528 - 7770 | 242 (74) | 7770- 8062 | 297 (91) |
| Pitucó-1 | 6780 - 7057 | 277 (84) | 7057- 7348 | 291 (87) |
| Lechazote-4 | Erosionado? | 0? | 9940-10973 | 1033 (315)++* |
| " - 3 | Erosionado? | 0? | 9179-10066 | 887 (270)++* |
| Calzada-3 | 8094 - 8531 | 437 (133) | 8783- 9576 | 893 (272)++* |

* Espesor corregido por alto buzamiento.
** Cobre por debajo de Pagüey.

TABLA 11
ESPESORES ESTRATIGRAFICOS DE SUPERFICIE
A.D. FERREL (1967)
PIES (METROS)

| AREA/FORMACION | LEON | CARBONERA | MIRADOR | GR. OROQUE | COLON-MITO JUAN |
|----------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------------|
| Río Escalante | 630(192) | 2198(670) | 1073(330) | 3540(1079) | 656(200) |
| Río Umuquena | -- | 2904(885) | 689(210) | 4587(1398) | +197(60) |
| La Fría-Seboruco | 1470(448) | 1329(405) | 476(145) | 1165(355) | 394(120) |
| Levant. Libertad | -- | 262(80) | 604(184) | 2999(914) | +1257(383) |
| Qba. Seca-La Capacha | 2959(902) | 1381(421) | 590(180) | -- | +712(217) |
| Rubio-San Antonio | -- | 361(110) | 77 | 88 | 88 |

TABLA - 12

CUADRO DE ESPESORES (METROS)

| SECCIONES ESTUDIADAS | BELLA VISTA | CLASTICO BASALES | NAVAY | LA LUNA | BURGUITA | COLON | GRUPO OROCUE(?) | CATATUMBO | BARCO | LOS CUERVOS | MIRADOR | CARBO-NERA | MIRADOR (?) | LEON | PALMAR | PARAN-GULA | LA COPE |
|--|-------------|------------------|-------|---------|----------|-------|-----------------|-----------|-------|-------------|---------|------------|-------------|--------|--------|------------|------------------|
| PUENTE DE ORO | | | | | | 205 | | | 310 | 405 | 140 | | | | | | |
| PERACAL - SAN ANTONIO | | | | | | | | | 500 | | | | | 84 | 16 | | |
| ODA. SIMON BOLIVAR Corr. PERACAL -SN. ANTONIO | | | | | | | | | | | | | | 267 | 306 | | |
| TANQUE INOS SAN ANTONIO | | | | | | | | | | | | 106 | | 806 | 306 | | |
| SENDERO PARALELO LA CAPACHA | | | | | | | | | | | | 10 | | 718 | 5 | | |
| RIO ZAPA | 155 | 75 | 413 | | | | | | | | | 440 | | | | | |
| Carret. CANTV RIO QUIU | | | | 205 | | | | | | | | 335 | | | | | |
| Carret. LOS LLANOS | | | | | | | | | | | | 85 | | | | | |
| RIO QUIU | | | | | 241,50 | | | | | | | 164 | | | | | |
| RIO CURITO | | | | | 65 | | | | | | | 530 | | | | | |
| ODA. BATATAL | | | | | | 219 | 289 | | | | | 252 | | | | | |
| DELICIAS | | | | | | 306 | | | 259 | 282 | 22 | | | | | | |
| FLANCO OESTE (SARARE) ANTICLINAL EL DIABLO | | | | | | | | | 10 | 129 | 226,50 | 261 | 170 | 470 | | | |
| ODA. LA PAVA (RIO SARARE) | | | | | | | | | | | | 128 | 152 | | | | |
| SINCLINAL SARARE | | | | | | | | | | | | 30 | 194 | 110,50 | 936,50 | | |
| FLANCO ESTE ANTICLINAL SARARE | | | | | | | | | | | | 205 | 115 | 175 | 127,50 | | 317,50 |
| RIO CUITE CAUCE PRINCIPAL | | | | | | 15 | 485 | 209 | 196 | 446 | 129 | | | | | | |
| RIO CUITE (AFLUENTE) | | | | | | | | | | | | 117 | | | | | |
| ODA. LEJOS (BOBA) | | | | | | | | | | | | | | 258 | | 362 | 3.045 (+1000) |
| RIO GUARUMITO | | | | | | | | | | | | 140 | | 844 | 331 | | |

TOMADA DE FIERRO Y PAREDES (1987)

TABLA 13

ESPEORES ESTRATIGRAFICOS (EN PIES)
APURE
(KISER, DIC. 1968)

| | GUAYABO (La Yuca?) | PALMAR? (Parangula) | LEON? CARBONERA? | CARB-BASAL | "COBRE" (MIRADOR) | TERCIARIO | NAVAY | ESCANDALOSA | AGUARDIENTE | CRETACEO | |
|----------------|-----------------------|------------------------|------------------|------------|----------------------|-----------|-------|-------------|-------------|----------|----------|
| | | | | | | TOTAL | | | | TOTAL | |
| GF- 1X | 2560 | 2742 | 753 | 1372 | 235 | ER | 7427 | 541 | 459 | 393 | 1393 |
| - 2X | 2238 | 2814 | 928 | 1548 | 248 | 977 | 7625 | 524 | 498 | 344 | 1366 |
| - 3X | 2288 | 3021 | 749 | 1377 | 197 | 82 | 7517 | +341 | N.A. | N.A. | + 341 |
| - 4X | 2157? | 2999 | 964 | 1266 | 147 | ER | 7386 | 601 | +215 | N.A. | + 816 |
| - 5X | 2374 | 2956 | 810 | 1544 | 328 | ER | 7684 | 604 | 493 | 407 | +1567 |
| - 6X | 2284 | 2969 | 1023 | 1682 | 338 | 112 | 8070 | 648 | 540 | 360 | +1632 |
| - 7X | 2323 | 3097 | 819 | 1531 | 174 | 297 | 8067 | 648 | 518 | 331 | 1497 |
| - 8X | 2209 | 2756 | 1002 | 1573 | 229 | 209 | 7749 | +354 | N.A. | N.A. | + 354 |
| - 9X | 2195 | 3116 | 841 | 1522 | 303 | ER | 7674 | +149 | N.A. | N.A. | + 149 |
| -10X | 2130 | 3057 | 922 | 1346 | 253 | ER | 7455 | +447 | N.A. | N.A. | + 447 |
| -11X | 2185 | 2898 | 1105 | 1311 | 236 | 76 | 7575 | +271 | N.A. | N.A. | + 271 |
| -11XD (TVD) | 2184 | 2896 | 1066 | 1281 | 231 | 46 | 7473 | + 48 | N.A. | N.A. | + 48 |
| -12X (TVD) | 2270 | 3011 | 916 | 1757 | 334 | 247 | 8201 | +381 | N.A. | N.A. | + 711 |
| -13X (TVD) | 2414 | 2987 | 732 | 1339 | 179 | ER | 7472 | +368 | N.A. | N.A. | + 478 |
| -14X | 2460 | 2956 | 928 | 1556 | 165 | 289 | 8189 | 653 | 528 | 327 | 1508 |
| -15X | 2308 | 2882 | 990 | +1320 | + 232 | N.A. | +7500 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. |
| -16X (TVD) | 2284 | 2643 | 911 | 1463 | 231 | 80 | 7581 | ? | ? | ? | ? |
| LVT- 1X | 3970 | ? | ? | 1228 | 23 | ER | 9228 | 505 | 414 | 545 | 1464 |
| - 2X | 4185 | ? | - | 1297 | 33 | ER | 9623 | 667 | 407 | 505 | 1579 |
| - 3X | 4219 | ? | ? | 1316 | 48 | ER | 9366 | 656 | 408 | 512 | 1576 |
| - 4X | 3856 | ? | ? | 1305 | 31 | ER | 9023 | 484 | 402 | 514 | 1400 |
| - 5X (TVD) | 4204 | ? | ? | 1264 | 52 | ER | 9431 | 602 | 423 | 524 | 1549 |
| Carro-Muñoz-1X | 2023 | 2892 | 873 | 1736 | 244 | 258 | 7782 | 415 | 539 | 278 | 1232 |
| Amparo-1X | 1760 | 2908 | 814 | 1560 | 335 | 606 | 7648 | 356 | 522 | 265 | 1143 |
| Guasd.-1X | ? | ? | 717 | 1678 | 306 | 425 | 7181 | 485 | 530 | 231 | 1246 |
| Apure-2 | 1426 | 2430 | 746 | 1376 | 103 | 434 | 6430 | 420 | 620 | 257 | 1297 |
| Aqua Linda-1 | 6350? | 3140? | ER? | 424 | 38 | 748 | 10662 | 413 | 455 | 185 | 1301 |
| Rosalía-1 | 5068? | 3107? | ER? | 329 | ND | 814 | 9318 | 571 | 506 | 6 | 1455 |
| Yaure-1 | 4825? | 3237? | ER? | + 940 | +128 | N.A. | +9002 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. |
| Yaure-2 | 3394 | ND? | ER? | + 831 | 105 | 802 | 5027 | 433 | +55 | N.A. | + 906 |
| Chorro-1 | ER | ER | ER | ER | ER | 672/2799 | +5411 | ? | ? | ? | ? |
| Pajarito-1 | 750? | 1555? | ER? | + 165? | +165? | ER | 2421 | 4891 | ? | 737 | 868 |
| Burgua-1 | 1820? | 2866? | ? | 2012? | ? | ? | 6698? | ? | ? | ? | +1657? |
| -2 | 2164 | ER? | ? | 821? | ? | ? | 3316? | ER | +662? | N.A. | + 662? |
| -3 | 2140 | ? | ? | 985? | ? | ? | 3695 | 2667 | 626 | +1826 | +6109 |
| -4 | 1026? | ? | ? | 1493? | ? | ? | 5604 | 1494 | 802 | +1296 | +3592 |
| Jordan-1X | 2960 | ? | ER? | ER? | ER? | ER? | 3850 | 3860 | 774 | +1694 | +6328 |
| LCB-1X | 2890 | ER? | ER? | 500? | 150? | 910? | 5177 | 3331 | +417 | N.A. | +3748 |
| MS-1X | 2850 | ER? | ER? | 1350 | 80? | 971? | 5879 | 2566 | 642 | 2235? | +5443 |
| Capitanajeo-1 | ? | ? | ? | 757? | 227 | 973 | 13590 | 965 | 462 | 153 | 1580 |
| -2 | ? | ? | ? | 843? | 354 | 927 | 12676 | 997 | +160 | N.A. | 1600Est. |
| Socopó-1 | ? | ? | ? | 603? | 231 | 1386 | 12607 | 918 | 458 | 131 | 1507 |
| -2 | ? | ? | ? | 305? | 215 | 1680 | 14625 | 900Est. | 412 | 180 | 1492Est. |
| Bumbum-1 | ? | ? | ? | 485? | 163 | 1617 | 13240 | 160 | 405 | 215 | 780 |

Referencias

- ALBARRACIN, J. (1982) *Evaluación exploratoria en los Distritos Perijá-Colón del estado Zulia durante 1977-1982.* Inf. int. Maraven EPC-6295.
- ALBERDING, H. (1965) *Notes on the Altamira, Curito and Zapa Formations of the Barinas Basin, western Venezuela.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 8 (10): 307-313.
- ALBRIZZIO, C.E. (1963) *Geology of the San Antonio and Ureña Area, state of Táchira, Venezuela.* Inf. int. Texpet.
- _____ (1969) *Estratigrafía de la Formación Mirador en San Antonio y Ureña, estado Táchira, Venezuela.* Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, T. III: 569-584.
- ANDEL, VAN, T.J. (1958) *Origin and classification of Cretaceous, Paleocene and Eocene sandstones of western Venezuela.* American Asoc. Pet. Geol., Bull., 42(4): 734-762.
- ARNSTEIN, R. y MONROY, Z. de (1984) *Estudio bioestratigráfico pozo Jordan-IX.* Inf. Int. Corpoven.
- ASOCIACION VENEZOLANA DE GEOLOGIA, MINERIA Y PETROLEO (1968) *La estratigrafía del Eocene en la Cuenca de Maracaibo.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Pub. Esp. 1, 99 p.
- BAR, P., MC. TADEUSZ, y PEÑA P., R. (1985) *Yacimiento de carbón Santo Domingo, Táchira.* Mem., VI Cong. Geol. Venezolano, VI: 3799-3831.
- BEICIP (1978) *Evaluación del potencial petrolífero en la Cuenca de Barinas-Apure.* Inf. int. CVP-Corpoven, 149 p.
- BRISTOW, J.D. (1987) *The La Victoria Field, Apure State, Venezuela.* Inf. Int. Corpoven.
- _____ (1986) *The Geology of Guaita Field, Apure State, Venezuela.* Inf. int. Corpoven.
- BRONDIJK, J.F. (1967a) *Contributions of the AVGMP Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Committee. III: The Misoa and Trujillo Formations.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 10(1): 3-19.
- _____ (1967b) *Contributions of the AVGMP Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Committee. V: "Eocene" formations in the southwestern part of the Maracaibo Basin.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 10(2): 33-50.
- BURGL, H. (1973) *Precambrian to Middle Cretaceous stratigraphy of Colombia.* Trad. C.G. Allen y N.R. Rowlinson, Bogotá, 215 p.
- CAMPBELL, C.J. (1968) *The Santa Marta wrench fault of Colombia and its regional setting.* IV Caribbean Geol. Conf., Port of Spain: 247-261.
- _____ y BURGL, H. (1955) *Section through the Eastern Cordillera of Colombia.* Geol. Soc. America, Bull., 76(5): 567-590.
- CAMPOS C., V. (1977) *Estratigrafía de la secuencia Post-Paleozoica en la región de Calderas.* Mem., II Cong. Latinoamericano Geol., Pub. Esp. 7, T. III: 1723-1741.
- CEDIEL, F. (1982) *Un modelo tectónico para los Llanos Orientales de Colombia.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", I Simp. Bolivariano, Bogotá, T. II, (7), 8 p.
- CHARITAT, P., CARVAJAL, L. C. y RUIZ, (1985) *Tocaria oil and gas field and La Gloria Norte oil field-Two examples of Casanare hydrocarbon fields.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", II Simp. Bolivariano, Bogotá, T. I, 20 p.
- CHIGNE, N. (1985) *Aspectos relevantes en la exploración de Apure.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", II Simp. Bolivariano, Bogotá, T. I, 53p.
- COLOMBIAN SOCIETY OF PETROLEUM GEOLOGISTS AND GEOPHYSICISTS (1979) *Geological Field-Trips Colombia, 1959-1978.* Ed. GEOTEC., Bogotá, 545 p.
- CORPOANDES, KOPEX (1981) *Estudio geológico-evaluativo del bloque central del yacimiento carbonífero de Santo Domingo.* Inf. int. Corpoandes.
- CORPOVEN, GERENCIA GENERAL DE GEOLOGIA (1983) *Área Apure distrito Páez, Documentación regional y programa exploratorio 1984-1985.* Inf. int. Corpoven.

- _____ (1986) *Evaluación de la exploración en Apure, 1979-1986*. Inf. int. Corpoven.
- CUSHMAN, J.A. y HEDBERG, H.D. (1941) *Upper Cretaceous Foraminifera from Santander del Norte, Colombia*, S.A. Cushman Lab. Foram. Res., Contrib., 17, (4): 79-100.
- DUEÑAS J., H. (1984a) *Palynological age determination of samples from the Mata Negra - 1 well, Llanos Orientales Basin, Colombia*. Inf. int., Corpoven. OCCIDENTAL DE COLOMBIA.
- _____ (1984b) *Palynological age determination of samples from Caño Limón - 3, Llanos Orientales Basin, Colombia*. Inf. int., Corpoven. OCCIDENTAL DE COLOMBIA.
- _____ (1985) *Observaciones sobre la nomenclatura estratigráfica de la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia*. En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", II Simp. Bolivariano, Bogotá, (Resumen), 2 p.
- ECOPETROL, INGEOMINAS Y CHEVRON PETR. CO. (1985) *Excursión geológica presimposio "Sección Geológica Bogotá - Villavicencio", "Campos Apiay y Castilla"*. Mem., II Simp. Bolivariano, 45 p.
- ESTRADA, A. (1982) *Regional geology and tectonic evolution of the sub-andean basins from the Barinas Basin (Venezuela) to the Napo river (Ecuador)*. En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", I Simp. Bolivariano, Bogotá, T. II (9): 84 p.
- FABRE, A. (1984a) *La subsidencia de la Cuenca Cucuy (Cordillera Oriental de Colombia) durante el Cretáceo y el Terciario. Primera Parte: Estudio cuantitativo de la subsidencia*. Geol. Norandina, 8: 49-61, Bogotá.
- _____ (1984b) *La subsidencia de la Cuenca del Cucuy Cordillera Oriental de Colombia durante el Cretáceo y el Terciario. Segunda Parte: Esquema de evolución tectónica*. Geol. Norandina, 8: 21-27, Bogotá.
- FEO CODECIDO, G. (1972) *Contribución a la estratigrafía de la Cuenca Barinas-Apure*. Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., Pub. Esp. 5, T. II: 773-782.
- _____ (1975) *Relaciones mineralógicas en la margen suroriental de la Cuenca Barinas-Apure*. I Jorn. Téc. Geol., Min. y Pet., Maracaibo.
- FERRELL, A.D. (1967) *Stratigraphy of lower Tertiary formations in Táchira and northwest Mérida Andes, Venezuela*. Inf. int. Texpet.
- _____ (1969) *Sampling of Pagüey and Parán-gula Formations in the Masparro and Barinitas areas of Barinas*. Inf. int. Texpet.
- FIGUERA, L. J., OCHOA, R.E. y FERRELL, A. D. (1968) *Stratigraphic studies in northern Trujillo, southeast Maracaibo Basin*. Inf. int. Texpet.
- FIERRO S., I. (1973a) *Geología de la región de Barinas-Mucuñuque-Pedraza*. Mem., II Cong. Latinoamericano. Geol., Dir. Geol., T. III: 1743-1764.
- _____ (1973b) *Geología de la región de Caparo, estados Barinas y Mérida*. (Resumen) Mem., II Cong. Latinoamericano de Geol., Dir. Geol., T. III: 1765-1767.
- _____ y PAREDES O., J. A. (1986) *Proyecto N° 1, Mirador-Carbonera*. Inf. int. Servigeomin para Corpoven.
- _____ (1987) *Proyecto N° 2, Estratigrafía regional del Paleoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario de los estados Táchira, Apure y Barinas*. Inf. int. Servigeomin para Corpoven.
- _____ y USECHE, C.A. (1985) *Geología del Nula-Sarare, estados Táchira y Apure*. Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., Pub. Esp. 5, T. I: 654-702.
- FINDLAY, A. (1985) *Una hipótesis sobre la generación y migración de petróleo en la Cuenca de Apure*. Inf. int. Corpoven.
- FURRER, M. A. (1967) *The depositional environment of the Mene Grande Formation*. Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 10(7): 192-195.
- _____ (1971) *La edad de la Formación Pagüey*. Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., Pub. Esp. 5, T. I: 405-409.
- GABELA, V.H. (1985) *Campo Caño Limón, Llanos Orientales de Colombia*. En "Exploración petro-

- lera en las cuencas subandinas”, II Simp. Bolivariano, Bogotá, T.I: 49 p.
- GAENSEN, G. (1962) *A discussion of the Cretaceous stratigraphy of the southwest Barinas mountain front*. Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 5(3):65-74.
- GARCIA JARPA, R., GHOSH, S., RONDON, F., FIERRO, I., SAMPOL, M., BENEDETTO, G., MEDINA, C., ODREMAN, O., SANCHEZ, T., y USECHE, A. (1980). *Correlación estratigráfica y síntesis paleoambiental del Cretáceo de los Andes Venezolanos*. Bol. Geol., Caracas, XIV (26): 3-88.
- GARNER, A.H. (1926) *Suggested nomenclature and correlation of geological formations in Venezuela*. American Inst. Min. Metall. Eng., Trans: 677-684.
- GONZALEZ DE JUANA (1951a) *Introducción al estudio de la geología de Venezuela. Cap. I: Geología de los Andes venezolanos y de la subcuenca del lago Maracaibo*. Bol. Geol., Caracas, 1 (1): 117-139.
- _____(1951b) *Introducción al estudio de la geología de Venezuela. Cap. V: Las formaciones del Eoceno en los Andes venezolanos y la subcuenca del lago de Maracaibo*. Bol. Geol., Caracas, 1 (3): 265-287.
- _____, AROZENA, J.M. ITURRALDE DE, y PICARD C., X. (1980) *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*. Edic. Foninvez, 2 T., 1031 p.
- GONZALEZ GUZMAN, A.E. (1967) *A palynological study of the upper Los Cuervos and Mirador Formations. (Lower and Middle Eocene; Tibú área, Colombia)*. Leiden, E. J. Brill, 68p.
- _____(1969) *Paleocene-Eocene palynological studies of the Manuelote área, northwest lake Maracaibo Basin*. Inf. int. Texpet.
- _____(1984) *Palynostratigraphy of ten sidewall core samples from the La Yuca - 1 well Colombia*. Inf. int. Corpoven, OCCIDENTAL DE COLOMBIA.
- _____(1985) *Comentarios bioestratigráficos en relación al Terciario en áreas adyacentes a los Andes Colombo-Venezolanos*. En “Exploración petrolera en las cuencas subandinas”, II Simp. Bolivariano, Bogotá, 40 p.
- GOVEA R., C. y AGUILERA B., H. (1985) *Cuencas sedimentarias de Colombia*. En “Exploración petrolera de las cuencas subandinas”. II Simp. Bolivariano, Bogotá, T. II, 105 p.
- GRIGGS, P.H. (1973) *Palynological zonation of the Tertiary, northern South America*. Tabla, Texaco Trinidad.
- GUEVARA, E.H. (1967) *Contributions of the AVGMP Maracaibo Basin Eocene, Nomenclature Committee. VI: The Santa Rita, Jarillal and La Victoria Formations*. Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 10(2): 51-69.
- HEYBROEK, F. (1953) *Geological report on the mountain range west of block "B" (Eastern rim of the Cordillera Oriental, Táchira-Apure, western Venezuela)*. Inf. int. Shell.
- HOWARD, J.C., WEBB T. & CHRISTENSEN, T. (1985) *A tectonic model for the northern Llanos and southern Barinas-Apure Basins*. En “Exploración petrolera en las Cuencas Subandinas” II Simp. Bolivariano, Bogotá, 25 p.
- HUNTER, V.F. (1967) *Review of palynological progress, years 1965-1967*. Caracas Laboratory. Inf. int. Texpet.
- _____(1970) *Notes on the post-cretaceous stratigraphy of the Barinas Basin*. Inf. int. Texpet.
- _____(1972) *Palynology of post-cretaceous sediments from Mérida, Venezuelan Andes*. Inf. int. Texpet.
- _____, & GONZALEZ G., A.E. (1968) *Progress report, Paleocene and Eocene palynological studies in the Maracaibo Basin*. Inf. int. Texpet.
- INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE (1966) *Estudio geológico de la Cuenca Barinas / Apure: Evaluación petrolera*. Inf. int. Corpoven.
- INTEVEP (1985) *Estudio palinológico de los pozos Guasdualito-IX y Amparo-IX, estado Apure*. Carta inf.

- KEAL, J.E., (1985) *A source rock study of the Eastern Cordillera adjacent to the Llanos Basin, Colombia.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", II Simp. Bolivariano, Bogotá 49 p.
- KEY, C.E. (1960) *Estratigrafía del subsuelo de Alturitas.* Mem., III Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., Pub. Esp. 3., T. III: 511-545.
- KISER, G.D. (1961) *Review of the cretaceous stratigraphy of the southwest Barinas mountain front.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 4(II): 335-359.
- _____(1966) *Geología de la Cuenca Barinas.* Inf. int. Corpoven.
- _____(1966) y SULEK, J.A. (1966) *Equivalence of río Quiú tar sands to Altamira Formation.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 9(2): 49-53.
- KOVISARS, L. (1972) *Geología de la parte nortecentral de los Andes Venezolanos.* Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., T. II: 817-859.
- KUYL, O.P.; MÜLLER, J. y WATERBOLK, H. TH. (1955) *The application of palynology to oil geology with reference to western Venezuela.* Geol. en Mijnb., New Ser., 17 (3): 49-76.
- LAUBSCHER, H.P. (1958) *The regional stratigraphy of the uppermost Cretaceous and the lower Tertiary in the Barinas Basin and surrounding areas.* Inf. int. Corpoven.
- LIDDLE, R.A. (1928) *The Geology of Venezuela and Trinidad.* J.P. Mac Gowan, Fort Worth, Texas, 552 P.
- _____(1946) *The Geology of Venezuela and Trinidad.* 2º Ed., Paleont. Res. Inst., Ithaca, N Y, 890 p.
- LORENTE, M.A. (1986) *Palynology and paleofacies of the upper Tertiary in Venezuela.* J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 222 p.
- MACELLARI, C.E. (1982) *El Mio-Plioceno de la Depresión del Táchira (Andes Venezolanos): Distribución paleogeográfica e implicaciones tectónicas.* GEOS, Esc. Geol., U. Central., 27: 3-14.
- MC COLLOUGH, C.N. (1986) *Geology of the super giant Caño Limón Field and the Llanos Basin, Colom-*
bia. IV Circum-Pacific Conf., Singapore, 32 p. (preprint).
- MENCHER, E. y DE SOLA, O. (1946) *Geology of the Caparo-Batatu area, state of Barinas.* Inf. int. Corpoven.
- MILLER, J.B. y SAN JUAN, J. (1963) *Some Tertiary stratigraphy and revision of Tertiary nomenclature, western Maracaibo Basin, Venezuela.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 6(3): 63-96.
- _____(1964) *Lower Tertiary nomenclature, Urdaneta District (Comentarios).* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 7(7): 213-215.
- MILLER, T.A. y ETAYO-SERRA F. (1972) *The geology of the Eastern Cordillera between Aguazul-Sogamozo-Villa de Leiva.* 13th Ann. Field Conf., en: Geol. Field Trips, Colombia, Edic. GEOTEC, Bogotá, 545 p.
- MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS (1970) *Léxico Estratigráfico de Venezuela (Segunda Edición).* Bol. Geol., Caracas, Pub. Esp. 4, 756 p.
- MONROY, Z. DE (1986) *Estudio palinológico de cuatro muestras de la sección Apure.* Inf. int. Corpoven.
- _____(1984) y ARNSTEIN R. (1984) *Estudio bioestratigráfico pozo Milagros Sur-IX.* Inf. int. Corpoven.
- _____(1987) y VAN ERVE, A.W. (1987) *Revisión palinoestratigráfica preliminar del Cretácico y Terciario de Apure (Venezuela suroccidental).* Inf. int. Corpoven.
- MOZETIC, A. (1982) *Evaluación geológica y geofísica del área Páez (Área 12), estado Apure.* Inf. int. Maren, EPC-7081.
- MÜLLER, J., DI GIACOMO, E. y VAN ERVE, A.W. (1985) *A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of northern South America.* Mem., VI Cong. Geol. Venezolano., T. II: 1041-1079.
- MURANY, E. (1973) *Evaluación: Masparro-Nutrias area, Barinas Basin.* Inf. int. CVP.
- NAVAS, J. (1985) *Campo de Arauca.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas". II Simp. Bolivariano, Bogotá, T. I, 23 p.

- NOTESTEIN, HUBMAN & BOWLER (1944) *Geology of the Barco Concession, Republic of Colombia, South America*. Geol. Soc. America, Bull., 55(10): 1165-1216.
- ODREMAN, O.E. y USECHE (1986) *Estudio geológico (columnas estratigráficas) de los sitios de presa La Vuelta (Río Caparo) y Borde Seco (Río Camburito)*. Inf. int. para Corpoven.
- ORTEGA, J.F., VAN ERVE, A. y MONROY, Z. DE (1987) *Formación Guafita, nueva unidad litoestratigráfica del Terciario en el subsuelo de la Cuenca Barinas-Apure, Venezuela suroccidental*. Soc. Venezolana Geol., Bol., 31:9-35.
- PIERCE, G.R. (1960) *Geología de la Cuenca de Barinas*. Mem., III Cong. Geol. Venezolano, T. 1: 214-276.
- QUARFOTH, K.R. (1959) *Barinas Basin, southwestern Venezuela*. Inf. int. Texpet.
- RADER, M.T. (1964) *Remarks on Eocene nomenclature in the Lake Maracaibo area (Comentarios)*. Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 7 (7): 209-211.
- RAMOS, I.P. DE, FASOLA, A., GIFFUNI, G. y TERAN, L. (1986) *Informe bioestratigráfico preliminar de las secciones de superficie de La Vuelta (Río Caparo) y Borde Seco (Río Camburito), estado Táchira*. Inf. int. INTEVEP.
- RENZ, O. (1959) *Estratigrafía del Cretáceo en Venezuela occidental*. Bol. Geol., Caracas, 5(10): 3-48.
- ____ (1982) *The Cretaceous Ammonites of Venezuela*. Birkhäuser Graphisches Unternehmen AG., Basel, Suiza, 132 p. (Ed. Maraven).
- ROBERTSON RESEARCH (U.S.) INC. (1983) *The Northern Llanos of Colombia: Hydrocarbon potential and stratigraphic control*. Inf. int. OCCIDENTAL.
- ROLLINS, J.F. (1965) *Stratigraphy and structure of the Goajira peninsula, northwestern Venezuela and northeastern Colombia*. U. Nebraska Studies, New Series, 30, 102 p.
- RONDON, (1977) *Geología de la región de Guanare, estado Portuguesa*. Mem., II Cong. Latinoamericano Geol., Dir. Geol., Pub. Esp. 7, T. III: 1681-1685.
- RUSSOMANNO, F. y VELARDE, H. (1982) *Geología petrolera de la Cuenca Barinas-Apure*. En "Exploración petrolera de las cuencas subandinas", I Simp. Bolivariano, Bogotá, T.I, (3), 25 p.
- SANCHEZ, T.M. y LORENTE, M.A. (1977) *Paleoambiente del Miembro Quevedo (Formación Navay) en las proximidades de Santa Bárbara*. Mem., V Cong. Geol. Venezolano, T. I:107-133.
- SAN JUAN, J. (1964) *Sedimentary structures in the "Frontal Sandstones" along the Perijá mountain front between the rivers Palmar and Tucuco*. Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 7(3):71-90.
- SCHAUB, H.P. (1948) *Outline of sedimentation in Maracaibo Basin, Venezuela*. American Assoc. Pet. Geol., Bull., 32 (2):215-227.
- SCHILD, W.A. (1987) *Stratigraphic correlation study of the Guafita field, Apure state, Venezuela, including the northern part of adjoining Caño Limón field complex, Cravo Norte, Colombia, with background data on the geology, production and development of these fields*. Inf. int. Corpoven.
- SCHUBERT, C. (1968) *Geología de la región Barinitas-Santo Domingo, Andes Venezolanos surorientales*. Bol. Geol., Caracas, 9 (19):181-261.
- STAFF OF CARIBBEAN PETROLEUM COMPANY (1948) *Oil Fields of Royal Dutch-Shell Group in western Venezuela*. American Assoc. Pet. Geol., Bull., 32 (4):517-628.
- SUTTON, F.A. (1946) *Geology of Maracaibo Basin, Venezuela*. American Assoc. Pet. Geol., Bull., 30 (10): 1621-1741.
- SWEET, R.E., METZ, H.L. y SLIGO, J.J. III (1957) *Geology of the Santa Bárbara mountain front, states of Barinas and Táchira*. Inf. int. Corpoven.
- STEPHAN, J.F. (1977) *El contacto cadena Caribe-Andes Merideños entre Carora y El Tocuyo (estado Lara): Observaciones sobre el estilo y la edad de las deformaciones cenozoicas en el occidente Venezolano*. Mem., V Cong. Geol. Venezolano, T. II: 789-815.
- TALUKDAR, S., GALLANGO, O. y CHIEN-A-LIEN, M. (1985) *Generation and migration of hydrocarbons*

- in the Maracaibo Basin, Venezuela.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", II Simp. Bolivariano, Bogotá, 43 p.
- TAYLOR, D.A. (1943) *Report on the geology of the mountain front from río Pagüey to río Santa Bárbara, state of Barinas.* Inf. int. Corpoven.
- TERAN, L.; ISEA, A. y SINANOGLU, E. (1986) *Estudio sedimentológico bioestratigráfico de la sección "quebrada La Capacha".* Inf. prelim. INTEVEP.
- _____, COLMENARES, O., MACQUHAE, M.C., e ISEA, A. (1986) *Estudio bioestratigráfico de las Formaciones Mirador y Carbonera en la región Táchira-Apure.* Inf. int. INTEVEP INT-EPCT-00007, 86.
- TRUMP, G.W. y SALVADOR, (1964) *Guidebook to the geology of western Táchira.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 25 p.
- TSCHANZ, C.M., MARVIN, R.F., CRUZ B., J., MEHNERT, H.H. y CEBÚLA, G.T. (1974) *Geologic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta, northeastern Colombia.* Geol. Soc. America., Bull., 85(2): 273-284.
- USECHE, A. (1975) *Geología de la región de San Cristóbal, estado Táchira.* Inf. int. MEM.
- VALDERRAMA, R., R. y CORDOBA F. (1985) *Interpretación geoquímica preliminar de la cuenca de los Llanos Orientales.* En "Exploración petrolera en las cuencas subandinas", II Simp. Bolivariano, Bogotá, 47 p.
- VAN ANDEL, T.H. (1958) *Origen and classification of Cretaceous, Paleocene and Eocene sandstones of western Venezuela.* American Asoc. Pet. Geol., Bull., 42(4): 734-763.
- VAN VEEN, F.R. (1969) *Depositional environments of the Eocene Mirador and Misoa Formations, Maracaibo Basin, Venezuela.* Geol. en Mijnb. Bull., 50 (3): 527-546; Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., T. II: 1073-1104.
- VON DER OSTEN, E. (1966) *The stratigraphy of Sinco Field.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 9 (9): 253-272.
- WALTON, W.M. (1966) *Contributions of the AVGMP Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Committee. II: The Paují and Mene Grande Formations.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 9 (12): 325-337.
- _____, (1967) *Contribution of the AVGMP Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Committee. IV: The informal units of the subsurface Eocene.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 10 (1): 21-30.
- WILSON, H.H. (1955) *The geology of the Eastern Cordillera and Llanos foothill belt between Tame and Río Arauca.* Inf. int. Shell.
- YOUNG, G.A. (1961) *Problems of Eocene correlation in lake Maracaibo, Venezuela.* Asoc. Venezolana Geol., Min., Pet., Bol. Inf., 4 (8): 231-255.
- _____, (1984) *Datos estratigráficos del pozo Apure-2.* Carta int. Petróleos de Venezuela.
- ZAMBRANO, E., VASQUEZ, E., DUVALL, B., LATREILLE, M. y COFFINIERES, B. (1971) *Síntesis paleogeográfica y petrolera del occidente de Venezuela.* Mem., IV Cong. Geol. Venezolano, Dir. Geol., Pub. Esp. 5: 483-552.