

CONCLUSIONES

Se determinaron las facies orgánicas, su origen y evolución, en la secuencia turbera del Holoceno en la COLM.

Se reconocieron y clasificaron de acuerdo a su origen, en terrestres y lacustrino-terrestre (balanceado), los ciclotemas Holocenos en la COLM.

La extrapolación de las características litológicas y microscópicas de ciclotemas recientes (Holoceno) a ciclotemas más antiguos (Terciario) permitió la reconstrucción de las facies orgánicas, ambientes de sedimentación y materia orgánica original de aquellos.

Se compararon ciclotemas venezolanos con el modelo teórico del ciclotema balanceado de Krumbein, encontrándose una mayor tendencia hacia los ciclotemas balanceados durante el Mioceno, con una marcada influencia marina-lacustrina en su parte basal.

Se reconocieron tres ciclotemas típicos para el Terciario y Cuaternario de Venezuela, basados en el concepto original de Krumbein. Son ellos de origen terrestre, marino y mixto o balanceado.

BIBLIOGRAFIA

Krumbein, W. C. 1964. The Cyclothem as a response to Sedimentary Environment and Tectonism Symp. on Cyclic. Sedim. KGS Bull. V. 159, N° 1, p. 238-247.

ICCP, International Committee for Coal Petrology. 1971. International Handbook of Coal Petrography. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris.

Glossary of Geology. 1974. American Geological Institute, Washington, D.C., pag. 73.

Scherer y Jordan. 1985. Consideraciones sobre origen, distribución y usos de los carbones en la Faja Petrolífera del Orinoco. VI Congreso Geológico Venezolano. Tomo VI, pag. 3547-3584.

Jordan y Scherer. 1986. Exploración y Caracterización de turbas de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. IX Seminario de Geotécnica. Colegio de Ingenieros de Venezuela, pag. 215-231.

Scherer y Jordan. 1988. Turbas Holocenas de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. II Jornadas Geología del Carbón. Maracaibo, pag. 172-194.

GEOS, N° 29, Sept. 1989

Memorias 50° Aniversario de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica
Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela
Caracas, 15 al 22 de mayo de 1988

ESTUDIO GEOLOGICO Y UBICACION DE DEPOSITOS DE FOSFATOS AL NORTE DE TUCACAS, DISTRITO SILVA, ESTADO FALCON

(Geological Study and Location of Phosphate Deposits
North of Tucacas, Silva District, State of Falcon.)

Agustín LAMUS⁽¹⁾, Neri LA CRUZ⁽²⁾, Wolfgang SCHERER⁽³⁾

RESUMEN

El presente trabajo recoge el procedimiento, análisis y resultados del estudio geológico de una zona ubicada en la parte oriental del Estado Falcón, al Norte de Tucacas, Distrito Silva del Estado Falcón. El trabajo de campo y posteriores análisis petrográficos y paleontológicos indican que se trata de un área donde aflora una secuencia carbonática de unos 144 metros de espesor, compuesta por calizas, calizas dolomíticas y calizas fosfáticas, pertenecientes a la Formación Capadare, de edad Mioceno. Esta secuencia carbonática se depositó en un período de regresión marina con leves intervalos transgresionales, en un ambiente de aguas de plataforma que no sobrepasaron los 150 m. de profundidad.

La presencia de calizas fosfáticas intercaladas en la secuencia indican una gran importancia geo-económica en la zona estudiada. El yacimiento fosfático de Lizardo acusa grandes condiciones de explotabilidad, estimándose en el presente trabajo, reservas en el orden de 39 millones de toneladas métricas de roca con alto tenor fosfórico.

(1) LAGOVEN, S.A.

(2) M.E.M.

(3) INTEVEP, S.A.

INTRODUCCION

La zona estudiada cubre un área de 100 Km² ubicándose, al norte de, Tucacas, distrito Silva, en el extremo más oriental del estado Falcón. Está enmarcada dentro de las siguientes coordenadas geográficas; Longitud Este de 68° 14" a 69° 28", Latitud Norte de 10° 14" a 11° 33" (Fig. 1).

El área presenta en toda su extensión un relieve relativamente bajo, con alturas máximas de 285 m y está rodeada por numerosos cayos y manglares que componen el Parque Nacional Morrocoy.

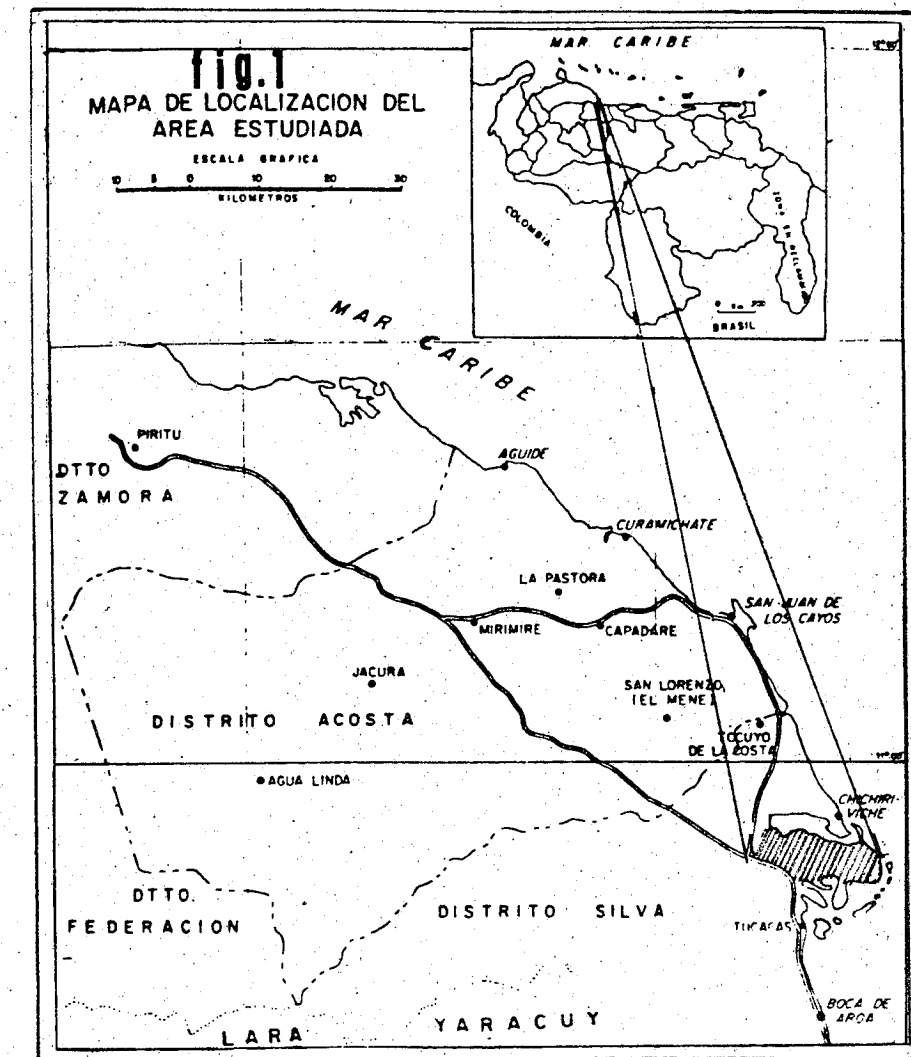
Los depósitos fosfáticos de edad Terciario localizados en el estado Falcón constituyen una franja que se extiende discontinuamente desde Lizardo, Distrito Silva hasta Santa Cruz de Bucaral, Distrito Federación; entre las cuencas de Agua Salada y Casupal.

La región de Falcón, desde los inicios de la exploración petrolera fue objeto de estudios y la primera referencia aparece hecha por M. L. Thomas mediante un informe a la Compañía Oil Company y utiliza el nombre de Serie Agua Salada. Wiedenmayer (1924), publica por primera vez el nombre de Grupo de Agua Salada como equivalentes a las Capas de Antón-Coro; Renz (1946), presenta un informe sobre el contenido de foraminíferos del Eoceno al Mioceno en Falcón Oriental, eleva la Formación Agua Salada dándole rango de Grupo; Wheeler (1960) redefine la descripción hecha por Renz y restringe la edad del grupo al Mioceno inferior. En 1962, la Compañía Shell de Venezuela realiza en base a interpretaciones fotogeológicas fundamentalmente, un estudio geológico en la Zona Norte de Tucacas y cercanías de Sanare; Díaz de Gamero (1982), en trabajo inédito: Estratigrafía y micropaleontología de la parte norte de la subcuenca de Agua Salada propone la modificación de las edades y correlación de las unidades litoestratigráficas de Falcón Oriental; Lamus y La Cruz (1986), realizan el estudio geológico y delimitan el yacimiento fosfático de Lizardo, al Norte de Tucacas, estado Falcón.

ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTACION

En el área aflora una secuencia carbonática, de 144 m de espesor, perteneciente a la Formación Capadare, asignandosele una edad no precisada dentro el intervalo geológico del Mioceno.

La Formación Capadare, abarca la totalidad de la zona estudiada y aflora a lo largo del Cerro Chichiriviche donde el relieve se hace más abrupto con alturas hasta de 285 m. Esta compuesta por una intercalación de arenas limosas de color amarillo terroso, cuarzosas y micaceas intercaladas con calizas marrones, delgadas y lenticulares con espesor de 3 m hacia la base de la sección estratigráfica. Seguidamente se presenta un cuerpo de calizas dolomíticas, de color blanquecino, de grano muy fino, denso, compacto, mal



arrecifales de color crema, densa, brechoide, con textura sacaroida. Se hace muy fosilifera hacia el tope, ocasionalmente se tienen impregnaciones fosfáticas. El espesor de este paquete es de 62 m y está en contacto concordante y transicional con la capa de caliza dolomítica infrayacente y la caliza fosfática suprayacente.

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en el sector de La Iglesia cercano a la carretera Lizardo - Las Luisas hacia el centro sur del área.

En contacto concordante y transicional y por encima de las calizas arrecifales se encuentra una unidad de rocas fosfáticas cuyo espesor promedio es de 38 m, se presenta de color variable desde violeta a marrón parduzco, muy fosilifera hacia el tope, cuarzosa y conglomerática hacia la base. Los mejores afloramientos de esta unidad fosfática se encuentran al este del caserío San Rafael en los bordes de la carretera Lizardo - San Rafael.

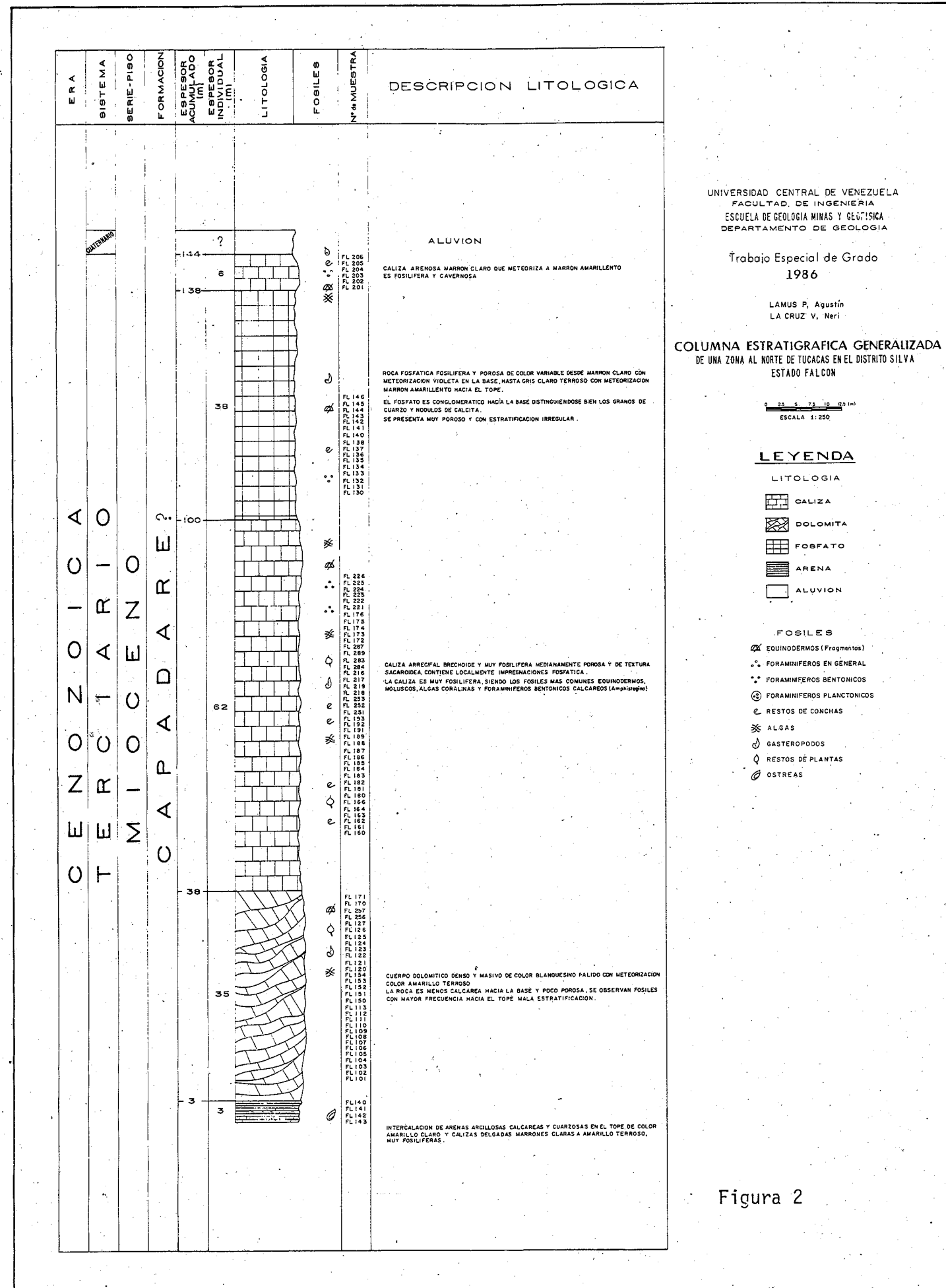
Hacia el tope de la secuencia carbonática se distingue una capa de calizas muy parecida a la caliza inferior pero mas arenosa y cavernosa de color marrón claro a pardo amarillento. Esta capa se localiza en forma de casquete en el tope de la sección. (Fig. 2).

Los fósiles más comunes distinguidos en la secuencia carbonática antes descrita son: equinodermos, moluscos, foraminíferos bentónicos calcáreos (*Amphistegina*) y algas coralinas cuyo mejor representante es el genero *Lithothamnium*.

Los análisis petrográficos indican que la secuencia carbonática estudiada estuvo fuertemente sometida a un proceso dolomitización sobre todo hacia su parte basal. Las calizas y calizas fosfáticas analizadas presentaron micritización de fósiles; recristalización de lodo calcáreo a pseudoespato y microespato en un proceso de neomorfismo agradante, cementación de calcita con aumento de cristales hacia el centro de la cavidad poral; disolución parcial de matriz con aumento de porosidad, alteración de matriz y cemento por óxidos de hierro y reemplazamiento de texturas originales de aragonito por calcita equigranular.

El fenómeno de reemplazamiento de calcita por dolomita es el resultado de reemplazamiento post-sedimentario a partir de extensas zonas calcáreas en ambientes ricos en Mg, plataformales y cerrados en el cual fue constante la entrada de soluciones marinas (Lamus y La Cruz, 1986: 78).

La asociación mineralógica determinada por petrografía, residuos insolubles y difractogramas corresponde a calcita, dolomita, glauconita, limonita, hematita, cuarzo y micas. Así como los minerales de fósforo, colofano y dahlita concuerdan con la estimación que se hace al indicar un ambiente depositacional de aguas marinas de plataforma que no sobrepasaron los 150 m de profundidad. La presencia de minerales esencialmente terrígenos en cantidades importantes indican períodos de regresión y transgresión sucesivos.



GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Estructuralmente la zona bajo estudio está caracterizada por la presencia de pliegues, fallas y fracturas que son respuesta a los esfuerzos compresionales a que fue sometida la región de Falcón durante el período orogénico post-Mioceno. Payne (1951) afirma que los movimientos tectónicos más intensos en el área de Falcón tienen lugar a finales del Pleistoceno. Es probable entonces que durante este período se haya configurado el cuadro estructural que se observó en el área estudiada.

Básicamente se tienen tres sistemas de fallas tipificadas de acuerdo a la dirección preferencial:

- Sistema de fallas gravitacionales y de rumbo con dirección preferencial N 60 W que desplaza las capas y ejes del plegamiento; se presenta frecuentemente hacia el centro-este y oeste de la zona.
- Sistema de fallas de rumbo con dirección preferencial este-oeste de mayor ocurrencia hacia el centro.
- Sistema menor de fallas gravitacionales con dirección preferencial N 30 E hacia el extremo este.

Los plegamientos en el área están representados por el anticlinal de Chichiriviche, situado hacia la parte central de la zona de estudio, asimétrico con eje en dirección este-oeste y con inmersión al este. Los flancos de este anticlinal son muy suaves hacia el norte (alrededor de 12°) y más inclinados al sur (alrededor de 20°). Este pliegue está frecuentemente cortado por fallas de rumbo y gravitacionales pertenecientes al sistema de fallas con dirección preferencial N 60 W. El sinclinal Buena Vista es otra estructura situada, al sur de Sanare, con eje de dirección N 80 E, sus flancos buzanan más suavemente hacia el sur (7° de promedio) que hacia el norte con buzamientos promedio de 11° (Fig. 3).

El cuadro estructural descrito es semejante a las características estructurales para toda la región de Falcón. Se puede entonces concluir que en esta parte de Falcón predominó el mismo patrón deformacional que en el resto de la región. El anticlinorio de Falcón podría entonces extenderse hasta estos lugares de Falcón Oriental (Fig. 3).

GEOLOGIA ECONOMICA

YACIMIENTO FOSFATICO DE LIZARDO

El yacimiento fosfático de Lizardo, Distrito Silva, Estado Falcón constituye un lente hacia la parte centro-este de la zona de estudio y cubre un área de $3,5 \text{ Km}^2$, con una longitud de 4 Km. aproximadamente y un espesor promedio de 38 m (Fig. 4). Este yacimiento está intercalado en una secuencia carbonática cuya litología distintiva pertenece a la Formación Capadare; la roca fosfática se presenta muy fosilífera con variaciones laterales de tonalidad, desde un color rosado pálido hasta amarillo terroso, haciéndose localmente conglomerático.

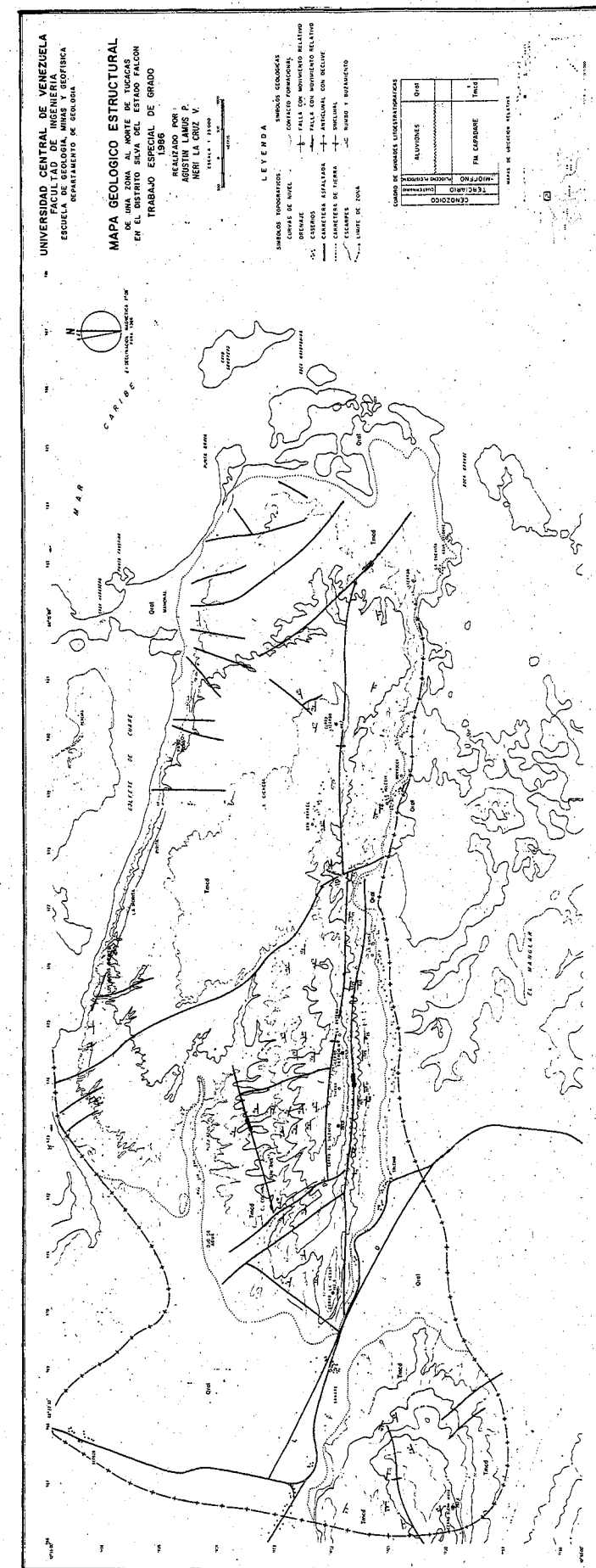
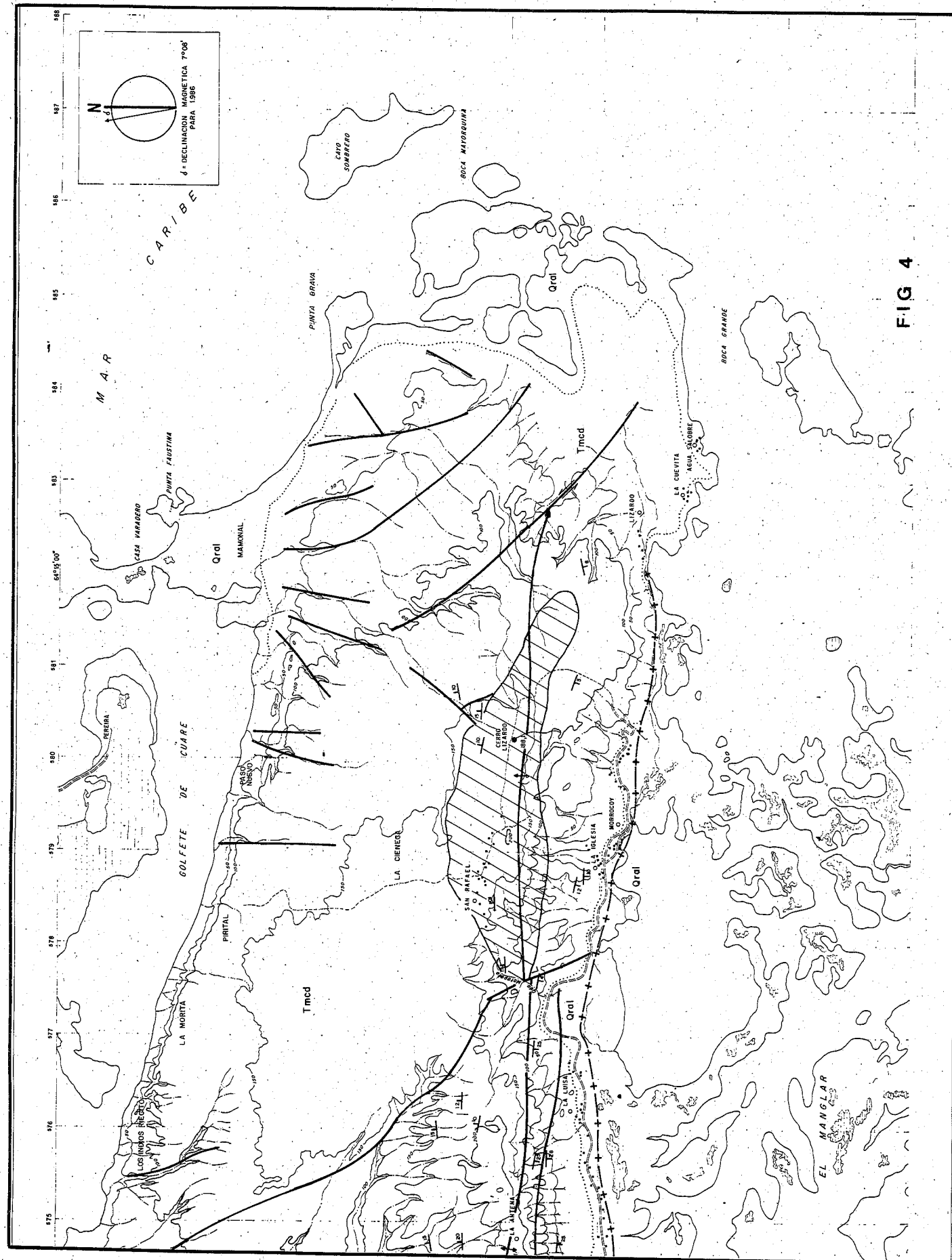


FIG 3



Los afloramientos más representativos de este cuerpo fosfático se encuentran al oeste del caserío San Rafael en los bordes de la Carretera Lizardo-San Rafael.

ANÁLISIS PETROGRÁFICOS Y QUÍMICOS

Las rocas fosfáticas presentes en el yacimiento de Lizardo se caracterizan por presentar una matriz colofánica predominante y dahlita como mineral fosfático secundario. Las texturas observadas muestran típicas estructuras de reemplazamiento del carbonato de calcio por minerales fosfáticos. La roca se presenta muy fosilífera y medianamente porosa, siendo los fósiles más comunes: fragmentos de equinodermos, moluscos, algas coralinas (*Lithothamnium*), y el foraminífero bentónico calcáreo *Amphistegina*. Es de hacer notar que estos fósiles se encuentran generalmente fosfatizados. La porosidad secundaria producto de disolución de matriz y/o cuerpos fósiles alcanza hasta el 8% en promedio.

Los análisis químicos de unas 25 muestras representativas promediadas, realizados por la División de Investigación del Ministerio de Energía y Minas indican que el yacimiento fosfático de Lizardo está formado por dos niveles químicos. Uno superior de fosfato hidratado aluminico cálcico de espesor que no pasa los 8 metros cuarzoso y fosilífero y uno inferior de fosfato tricálcico que puede alcanzar los 30 m. de espesor de alto tenor fosfórico.

Los fosfatos aluminicos se reconocen químicamente por su mayor contenido de Al_2O_3 y Fe_2O_3 y mediano contenido de P_2O_5 (10-25%), mientras los tricálcicos son de mayor contenido del P_2O_5 (20-40%), bajos en ferro-aluminicos y mayores proporciones de CaO . Químicamente el fosfato aluminico parece provenir del fosfato tricálcico al alterarse por reacción del fósforo con la alúmina de las arcillas; seguidamente se presenta la composición del fosfato hidratado aluminico cálcico:

P_2O_5	F	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Mat. Org.
% 13,73	0,17	46,67	15,83	6,83	6,55	0,20	8,43

El fosfato tricálcico es económicamente más importante por su alto contenido de P_2O_5 y se pudo determinar la siguiente composición química.

P_2O_5	F	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Mat. Org.
% 20,41	0,41	36,49	6,31	3,84	25,82	0,23	4,86

RESERVAS

La zona ha sido dividida en seis bloques discriminados según su ubicación, espesores de yacimiento, composición química y acceso. El bloque más importante y el que presenta mayores perspectivas de explotabilidad inicial

es el Bloque No. 1 de 15 hectáreas, ubicado hacia la zona centro este del yacimiento, donde se han efectuado 186 sondeos y tres calicatas a los efectos de calcular las reservas. (Fig. 4).

El presente estudio revela, que existen reservas en el orden de 39 millones de toneladas métricas de fosfato tricálcico y unas 14 millones de toneladas métricas de fosfato aluminico hidratado para todo el yacimiento fosfático de Lizardo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el área estudiada pudo determinarse la presencia de una secuencia carbonática de 144 m de espesor correspondiente a la Formación Capadare.
- La secuencia carbonática estudiada se depositó en un ambiente de agua poco profundas, que no sobrepasaron los 150 m de profundidad, en condiciones de salinidad y pH ligeramente superiores a las normales.
- La secuencia carbonática fué afectada estructuralmente por la orogénesis del Mioceno superior-Plioceno que perturbó toda el área de Falcón. Los rasgos estructurales actualmente encontrados en el área estudiada conllevan a extender el anticlinorio de Falcón hasta esta zona de Falcón oriental.
- El yacimiento fosfático de Lizardo, constituye un cuerpo lenticular de unos 38 m de espesor promedio, abarcando un área de 3,5 Km².
- Las reservas son del orden de 39 millones de toneladas métricas de fosfato tricálcico y 14 millones de toneladas métricas para el fosfato aluminico.
- Las grandes reservas que contiene el yacimiento fosfático de Lizardo, conllevan a sugerir un plan que permita la explotación del yacimiento. Es de hacer notar la presencia de la industria Pequiven posible explotadora del yacimiento en las cercanías del mismo.
- Los autores sugieren estudios mayores de estratigrafía y bioestratigrafía local y regional a los fines de dilucidar definitivamente la edad de la formación y definir si los bloques aislados aflorantes en Píritu, Mirimire y alrededores de Sanare con muchas semejanzas litológicas y faunales constituyen la misma unidad litoestratigráfica o al menos si son o no contemporáneas.

BIBLIOGRAFIA

- DIAZ DE GAMERO, M. L. (1982) "Estratigrafía y micropaleontología de la parte norte de la subcuenca de Agua Salada, Falcón oriental, Universidad Central de Venezuela, Inedito, 158 p.
- LAMUS P. y LA CRUZ N. (1986) Estudio Geológico y Ubicación de Depósitos de Fosfatos al Norte de Tucacas, Distrito Silva Estado Falcón. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Esc. de Geol. y Minas, Univ. Central de Venezuela. 164 p.
- RENZ, H. H. (1946) Stratigraphic Range Charts of Foraminifera in the Eocene to Miocene of Eastern Falcón, Venezuela. N.V.P. Geol. Report No. 101, Inédito.
- PAYNE, A. L. (1951) "Cumarebo Oil Field, Falcón, Venezuela, Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull. 35(8): 1850-1870.
- THOMAS, M. L. (1924) Oil prospecting on the north coast of Venezuela Oil Eng Fin.; 5 (98): 327-330.
- WHEELER (1960) Estratigrafía del Oligoceno y Mioceno de Falcón Occidental y Nor-oriental. Bol. Geol., Public. Esp. 3, 1:407-465.
- WIEDENMAYER, C. (1924) Zur Geologie Von Ost Falcón (Nordwest Venezuela). Eclog. Geol. Helv., 18 (4): 508-512.