

- REINHARD, M. (1922) Géologie de la région orientale du Venezuela. C.R. Soc. Phys. et Hist. Nat., Gêneve, 9 (1).
- ROD, E. and MAYNC, W. (1954) Revision of Lower Cretaceous Stratigraphy of Venezuela. A.A.P.G. Bull., 38 (2): 193- 283.
- ROSALES, H. (1976) Excursión de Maturín a Muelle de Cariaco. Cong. Latin. Geol. II, Caracas, Nov. 1973, Mem. Bol. Geol., Caracas, Pub. Esp. Nº5, Tomo II: 467-494.
- SALVADOR, A. (1964) Proposed simplification of the stratigraphic nomenclature in Eastern Venezuela. Bol. A.V.G.M.P., 7 (6): 153-202.
- SCOTT, G. (1940) Paleocological Factors controlling distribution and mode of life of cretaceous ammonoids in texas area. A.A.P.G. Bull., 28 (6): 1164-1203.
- YORIS, F. (1984) Revisión de la Estratigrafía del Cretáceo Inferior en la franja San Antonio de Maturín - Aragua de Maturín - Caripito - Bolivita - Campo Alegre (Estados Monagas y Sucre), y análisis petrográfico-estadístico de areniscas al oeste del río San Juan. Trabajo de Ascenso (inédito). Dept. Geología, Fac. Ingeniería, U.C.V., Vol. I, 316 p.

GEOS, Nº 29, Sept. 1989

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

CICLOTEMAS DEL TERCIARIO Y CUATERNARIO DE VENEZUELA

Nydia Jordan

Departamento Ciencias de la Tierra

INTEVEP, S.A.

RESUMEN

Se presenta una recopilación comparativa de las principales características estratigráficas y petrográficas de ciclotemas típicos de Venezuela. Las secuencias carbonosas analizadas comprenden edades geológicas desde el Paleoceno hasta el Holoceno, con un rango de carbonización que va de turba a hulla bituminosa.

La determinación de las facies orgánicas y su transformación, tanto por factores diagenéticos como por condiciones ambientales específicas, en los ciclotemas turbosos de edad Holocena de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, permitió reconocer el producto final (carbones húmicos y sapropélicos), originado de la materia orgánica primaria, como consecuencia de procesos bioquímicos y evolución geoquímica (carbonización). El reconocimiento de la relación facies orgánicas-tipo de carbón en sedimentos recientes, permitió, al extrapolarlo a ciclos más antiguos, clasificar los ciclotemas venezolanos por su origen terrestre o marino-lacustrino.

Se concluye que los ciclotemas venezolanos no siempre se adaptan al modelo clásico del ciclotema carbonífero de climas templados. No obstante, la relación directa entre las facies orgánicas que los conforman y la transformación de la materia orgánica por efectos diagenéticos propios, especialmente el grado de oxigenación de los sedimentos asociados, son determinantes en su configuración.

INTRODUCCION

El término ciclotema o "Cyclothem", es propuesto por Weller en 1932, para designar una serie de capas depositadas durante un ciclo típico de sedimentación que prevaleció en el período Pensilvaniano (Glossary of Geology, 1974). El concepto moderno de ciclotema no se define como una estructura rígida, ya que ellos están típicamente asociados con las condiciones internas propias de las cuencas, afectadas por la alternancia de transgresiones y regresiones marinas. De esta forma es posible aplicar el término a rocas similares de cualquier edad.

En este estudio se relacionan los ciclotemas del Terciario y Cuaternario de Venezuela con el modelo teórico del ciclotema balanceado de Krumbein (1964), representado en la Fig. 1, que considera la variación de los factores ambientales terrestres y marinos, y el aporte clástico o carbonático al sitio de depositación. En el modelo se observa una relación entre la litología de las capas infrayacentes al lecho de carbón, el espesor del carbón y el espesor total del ciclotema.

Para este estudio se seleccionaron ciclotemas del occidente y de la parte centro-oriental del país, (Fig. 2), con edades geológicas desde el Paleoceno hasta el Holoceno y un rango de carbonización que va de turba a hulla bituminosa.

METODOLOGIA

Se usaron descripciones litológicas y mediciones de secciones estratigráficas en el campo (Scherer y Jordan 1985, 1986, 1988). Se tomaron muestras de carbones y de las lutitas infrayacentes (underclay). Las muestras analizadas proceden de afloramientos y de núcleos seleccionados del subsuelo, éstas fueron procesadas de acuerdo al análisis microscópico a realizarse en cada caso.

Las muestras de turbas se secaron en horno a 30°C, para su montaje con resina en frío y pulitura con alumina. Los sedimentos más consolidados se trataron con HCl y HF para la extracción de la materia orgánica, i.e. kerogeno, y se montaron en láminas para la determinación de facies orgánicas. Las facies orgánicas se clasificaron utilizando el criterio de: amorfo, cutinoso, leñoso y polínico (agrupación de polen, esporas y hongos). Otra porción del kerogeno y algunas muestras de carbones se montaron en tacos con superficie pulida para el estudio de macerales.

El análisis de petrografía orgánica se efectuó con un fotomicroscopio Zeiss III, con iluminación proveniente de una fuente estabilizada de luz blanca policromática, modulada, de tipo halógeno con epicondensador EPI para luz reflejada. En fluorescencia se utilizó una fuente de mercurio de alta presión (HBO-100) con filtros de excitación y transmisión (546 nm), conjuntamente con filtros de protección calórica, según las normas del ICCP (International Committee of Coal Petrography, 1971).

CICLOTENAS HOLOCENOS

La reconstrucción idealizada de los diferentes ambientes de sedimentación orgánica que dieron origen a las secuencias turberas del Holoceno en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COLM), se presentan esquemáticamente en la Fig. 3. La correlación del perfil estratigráfico, la diferenciación de los estratos orgánicos y de los ambientes identificados para cada secuencia, permitieron determinar el grado de la influencia terrestre o marina/lacustrina que originaron los ciclotemas.

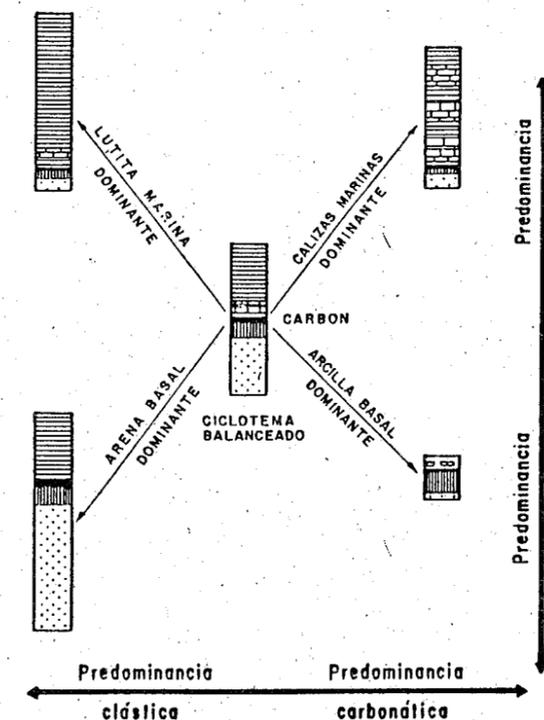


Fig. 1 MODIFICADO DE KRUMBEIN 1964. CICLOTEMA Y SUS VARIANTES, DE ACUERDO A LOS FACTORES AMBIENTALES DEL SITIO DE DEPOSITACION.

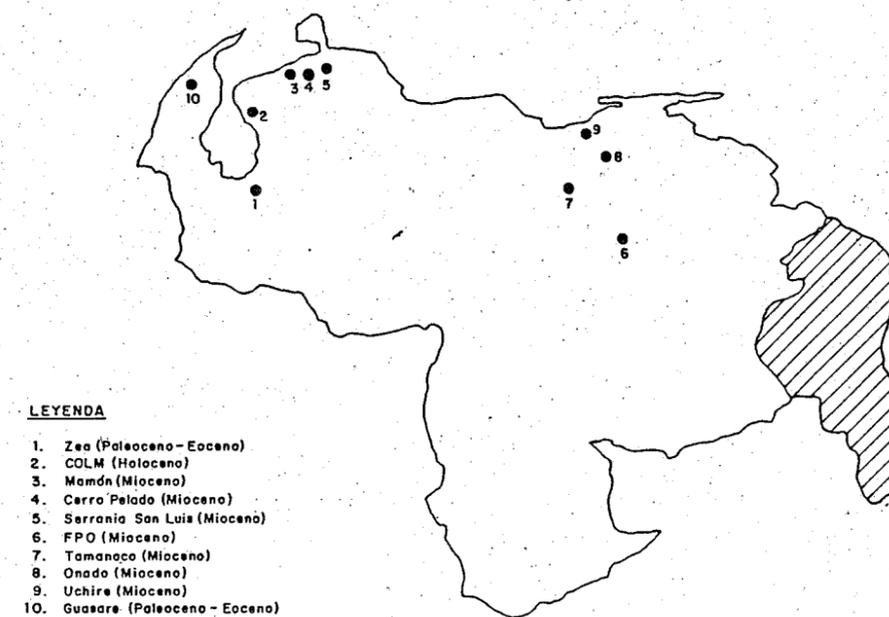


Fig. 2 MAPA DE LA LOCALIZACION DE LOS CICLOTENAS ESTUDIADOS

Siguiendo el modelo propuesto para la COLM, se tiene que la cuenca de Cabimas comenzó a depositar sus estratos orgánicos en un ambiente de ensenada (mangle), pasando posteriormente a un ambiente de pantano costero. Esta secuencia suprayace una litología arenácea y su tope está delimitado por lutitas. La secuencia típica de Lagunillas, comienza con un ambiente lacustrinos somero (estrato basal lutítico en contacto con la secuencia turbera) y el tope se encuentra delimitado por arcillas. En Bachaquero la sección suprayace a una capa de arenas y sus sedimentos orgánicos se depositan en ambientes pantanosos.

Los ciclos de sedimentación, interpretados para las secuencias tanto de Cabimas como de Bachaquero tienen influencia terrestre, en cambio el de Lagunillas es de tipo mixto, ya que se inicia en condiciones costeras de influencia lacustrina y posteriormente pasa a ser más continental.

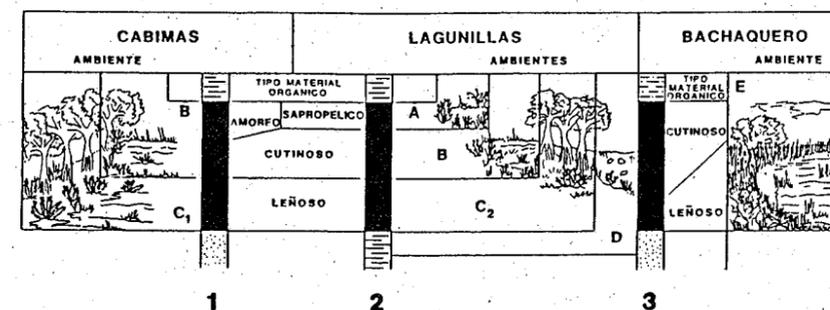
Al comparar las secuencias terrestres (Cabimas y Bachaquero) con las de influencia lacustrina (Lagunillas), se pudo observar que existen diferencias en la configuración de su parte basal, y que ésta se relaciona con la presencia de gruesos espesores de areniscas infrayacentes al lecho de turbas en las secuencias continentales, en cambio para las parálicas con influencia lacustrina, el estrato infrayacente a la capa de turbas está constituido por sedimentos limosos.

Las facies orgánicas reconocidas en la secuencia balanceada de Lagunillas presentan características microscópicas relacionadas con su transformación y evolución. Algunas de las cuales se muestran en la Tabla 1, donde se identifican las facies orgánicas con el ambiente de sedimentación, siguiendo la secuencia en que aparecen en el ciclotema.

Las facies de manglar costero se relacionan con árboles y arbustos, que depositados en un ambiente reductor se han transformado por la degradación de hongos y por la acción bacteriana hacia una composición de macerales, que al cabo de millones de años, evolucionará para formar un carbón húmico.

El pantano costero constituye una facies orgánica cuya afinidad botánica es el predominio herbáceo, ambientes de depositación oxigenados y transformación por la degradación de bacterias aeróbicas. En su proceso de evolución originarán carbones húmicos opacos finamente laminados.

La facies correspondiente a la laguna interna, está relacionada con algas y microplacton depositados en condiciones anóxicas y transformados en material sapropélico por la acción bacteriana, el cual evolucionará con el tiempo geológico a carbones sapropélicos.

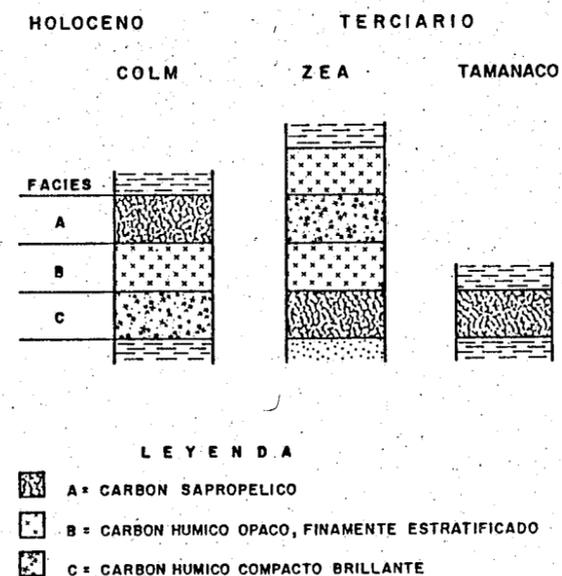


1y3= CICLOTEMAS TERRESTRES (paludal)
2= CICLOTEMA BALANCEADO (paralico-paludal)

LEYENDA

A = LAGUNA INTERNA RESTRINGIDA C₁ = MANGLAR DE ENSENADA D = LACUSTRINO SOMERO
B = PANTANO COSTERO C₂ = MANGLAR COSTERO E = PANTANOS

Fig. 3 CICLOTEMAS HOLOCENOS vs. FACIES ORGANICAS EN LA COLM.



LEYENDA

A = CARBON SAPROPELICO
B = CARBON HUMICO OPACO, FINAMENTE ESTRATIFICADO
C = CARBON HUMICO COMPACTO BRILLANTE

Fig. 4 RELACION FACIES ORGANICAS vs. TIPO CARBON Y SU EXTRAPOLACION A CICLOTEMAS TERCIARIOS.

Facies Orgánicas	Tipo		Ambiente	Transformación Diagénesis	Evolución Tipo Carbón
	Materia Orgánica	Afinidad Botánica			
Laguna interna	Amorfo	Algae	Anóxico	Bituminización	Sapropélico
Pantano Costero	Cutinosa	Herbácea	Oxigenado	Degradación Bac. Aeróbicas	Húmico opaco
Manglar Costero	Leñoso	Arbórea	Reductor	Piritización Degradación por hongos	Húmico brillante

TABLA 1. Ciclotema balanceado, origen, transformación evolución geoquímica de las facies orgánicas. COLM, Lagunillas.

EXTRAPOLACION DEL CICLO HOLOCENO AL Terciario

La ventaja de conocer el proceso de transformación y evolución de las facies orgánicas hasta su producto final, en las secuencias Holocenas, permitió extrapolar éstos a ciclos más antiguos. Con esta finalidad se escogió como guía la columna litológica de la COLM, antes descrita, para su correlación con lechos carboníferos del Terciario.

Las columnas estratigráficas de los lechos carboníferos, correspondientes a los ciclotemas de la COLM, Zea y Tamanaco, se presentan en la Fig. 4, donde las similitudes y diferencias se muestran en forma esquemática, sin ninguna referencia a espesores de capas, aunque estos detalles han sido recogidos en los trabajos de campo. Para la COLM, de acuerdo a la evolución de sus facies orgánicas, antes mencionadas, su columna estará constituida por una capa basal de carbón húmico de aspecto compacto, producto de la evolución de la facies C, seguida de una capa de carbón también húmico, pero de aspecto opaco y finamente estratificado (facies B), en contacto con una delgada capa de carbón sapropélico, producto de la evolución de la facies A. Al comparar las columnas COLM y Zea, se aprecia la similitud existente entre los tipos de carbones que las conforman, aunque estos presentan variación con respecto al orden de ocurrencia de sus capas.

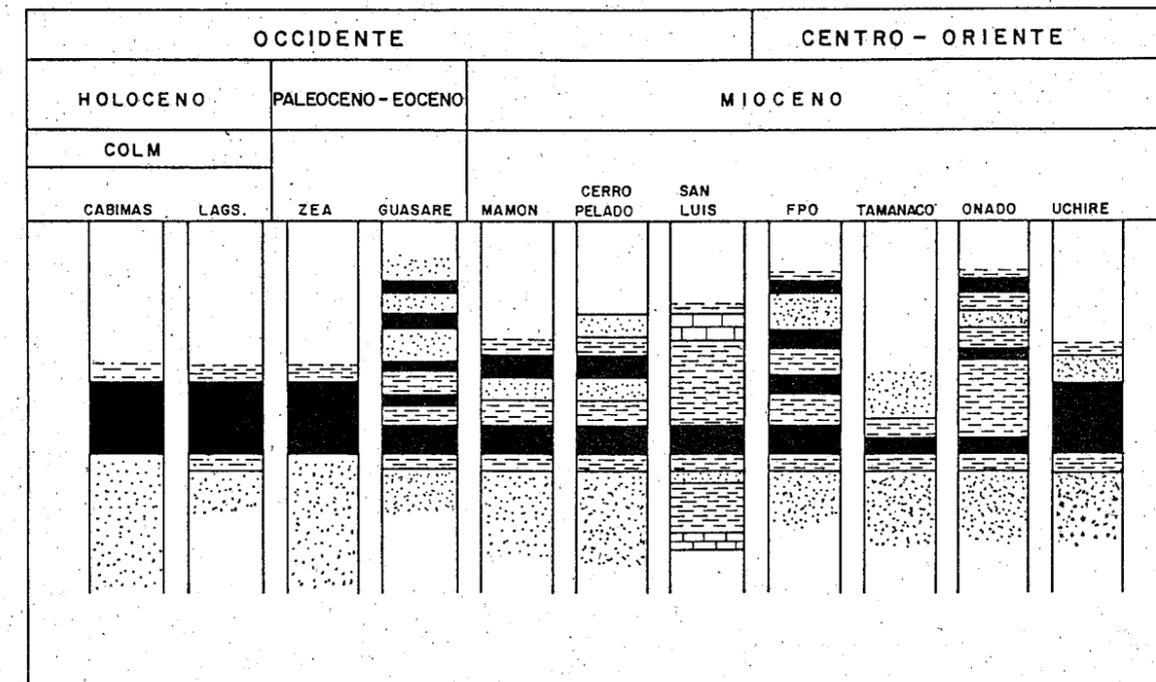


Fig. 5 COLUMNAS LITOESTRATIGRAFICAS GENERALIZADAS DE CICLOTEMAS VENEZOLANOS

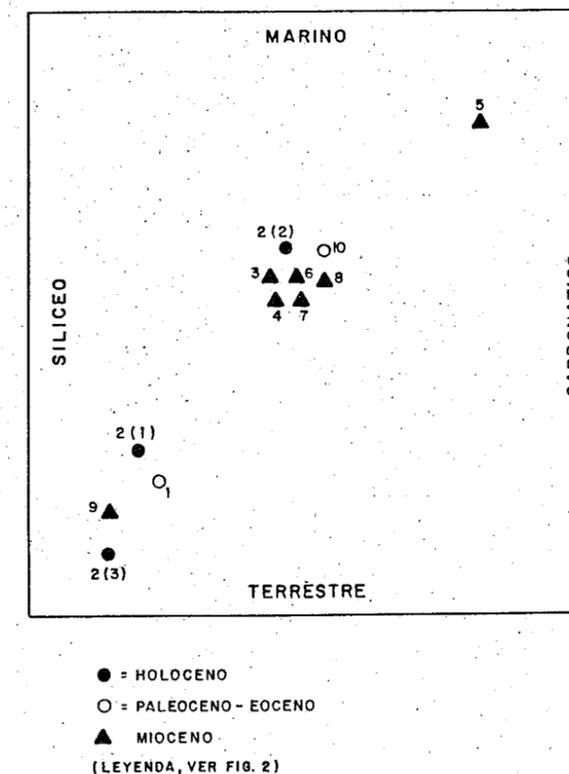


Fig. 6 CORRELACION DE LOS CICLOTEMAS VENEZOLANOS CON EL MODELO DE KRUMBEIN.

El ciclo de la columna Zea se inicia con un carbón sapropélico, constituido por cutinas y polen, como producto de la evolución de la facies A; en contacto con areniscas en su parte basal, indicativo de una influencia terrestre. Seguidamente presenta capas de carbones húmicos finamente estratificados (producto de facies B) intercalados por carbones húmicos compactos, productos de facies C.

Con respecto a Tamanaco, ésta presenta una sólo capa de carbón sapropélico, producto de facies A (de origen algal), depositada entre lutitas carbonosas, de influencia lacustrina.

En resumen se podría postular que las secuencias carboníferas que conforman los ciclotemas, no son homogéneas, ya que su estratificación interna es variable, determinada por los tipos de carbones que la constituyen, los cuales están relacionados con cambios de facies orgánicas y éstas, a su vez, con las condiciones internas de la cuenca sedimentaria en cuestión.

El reconocimiento de las facies orgánicas, sus transformaciones microbiológicas y evolución geoquímica en sedimentos recientes de la COLM, permitieron asumir mecanismos similares responsables del origen y desarrollo en muchos carbones venezolanos. Se supone que la relación de facies orgánicas vs producto final puede ser extrapolada a ciclos más antiguos, como una guía útil en la determinación del origen y condiciones de sedimentación de los carbones propiamente dichos, lo cual, a su vez, complementaría la teoría de la formación de los ciclotemas.

CORRELACION DE CICLOTEMAS VENEZOLANOS

El reconocimiento litológico y microscópico de los ciclotemas del Holoceno en la COLM, y su comparación con secuencias terciarias demuestra la presencia de características similares en cuanto a su origen y configuración.

Las columnas litoestratigráficas generalizadas de los ciclotemas del Holoceno y Terciario estudiados, Fig. 5, muestran la correlación de éstos, de acuerdo a su ubicación geográfica y su edad geológica.

La clasificación de los ciclotemas se basa tanto en la descripción litológica, como en las características microscópicas antes mencionadas. Para su comparación con el modelo de Krumbein, se elaboró el esquema de la Fig. 6. La tendencia observada indica que los de edad Mioceno son en su mayoría de tipo balanceado (mixto), con influencia marina-lacustrina en su base y más continental hacia el tope de la misma. En los períodos geológicos estudiados es de observar la baja frecuencia de los ciclotemas marinos. En resumen se podría deducir que durante el Terciario y Cuaternario en Venezuela, la mayor incidencia de la sedimentación de lechos de carbón se dió en condiciones alternantes de tipo parálico-paludal.

La reconstrucción de los ciclotemas típicos del Terciario y Cuaternario de Venezuela, de acuerdo a la tendencia que éstos presentan con respecto al modelo de Krumbein, dió como resultado tres ciclos básicos, los cuales se presenta en la Fig. 7 y se describen como: terrestre (paludal), conformado por mayor espesor de areniscas en su parte basal en contacto con la secuencia carbonífera, la cual por lo regular presenta grandes espesores, sobretodo hacia la parte central de la cuenca; el mixto o balanceado (Parálico-paludal), regularmente inicia su ciclo con alternancia de finas capas de areniscas y lutitas (limos), siendo la lutita el contacto basal del lecho de carbón cuando ésta se inicia bajo influencia marina-lacustrina, y hacia el tope pasa a ser más terrestre constituido por areniscas y capas de carbón; y el marino (parálico), el cual no es muy abundante, ya que sólo se reconoció como típico marino (arrecifal), el ciclotema de la Serranía de San Luis, con una configuración basal de areniscas y lutitas con calizas intercaladas.

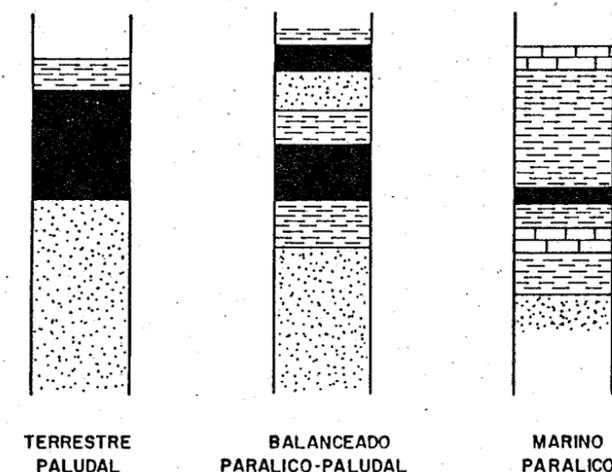


Fig. 7 CICLOTEMAS TÍPICOS DEL TERCIARIO Y CUATERNARIO EN VENEZUELA.

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.