

LA SUBSIDENCIA DIFERENCIAL EN LA FAJA DE ORO

Roberto Flores López*

*Gerencia de Integración e Interpretación,
Coordinación Ejecutiva de Exploración,
Petróleos Mexicanos

RESUMEN

Las variaciones de los espesores de algunos niveles litoestratigráficos meso-cenozoicos demuestran la subsidencia diferencial a que estuvo sujeta la Faja de Oro y, con ella, la Cuenca Tampico-Misantla. Las formaciones del Jurásico Superior-Cretácico Inferior se engrosan, o bien se condensan, según la ubicación que tengan con respecto a las cuencas originadas por la fragmentación de la Pangea: esta subsidencia diferencial en la Cuenca Tampico-Misantla es general para todo el dominio tectónico-sedimentario del Golfo de México. La interrupción de la sedimentación carbonatada mesocretácica también es generalizada; en el caso de la Faja de Oro se observa, en el oeste, mayor espesor de las formaciones del Cretácico Superior con influencia terrígena.

La marcada asimetría de mayor espesor en el Oeste, a fines del Santoniano, e incluso no depósito en la Faja de Oro, se acentúa durante el intervalo laramídico (Campaniano-Eoceno), observándose la relación frente orogénica antifosa. Al terminar el intervalo laramídico, el eje de subsidencia se desplaza al Oriente sepultando las rocas almacénoras de la Faja de Oro; el hundimiento de la Cuenca y la acumulación de terrígenos es de 2 a 4 veces mayor a la inmediata anterior (Paleoceno-Eoceno).

La gráfica de sepultamiento ilustra que las etapas de subsidencia diferencial ocurrieron durante el Paleoceno-Eoceno, Oligoceno Inferior y Oligoceno Medio-Mioceno Inferior.

ABSTRACT

Variations of the thickness of some lithostratigraphic mesocenozoic levels are analyzed. The Upper Jurassic-Low Cretaceous formations are thickened or condensed, depending to their location with respect to the originate basin by fragmentation; this differential subsidence in the Tampico-Misantla basin, is general for all Sedimentary Tectonic Realm of the Golfo de México.

Also the interruption of the carbonated mesocretacic sedimentation is generalized and The Faja de Oro is observed, in the western, higher thickness of the Upper Cretaceous formations with terrigenous influence. Asymmetric marked the higher thickness in the west, including in the western of The Faja de Oro is not deposited. It emphasizes and observes the relation orogenic-foredeep front. Interruption of the compressive effects, the axis of subsidence is displaced to the east, buried the reservoir in The Faja de Oro; the downfall and the accumulation of terrigenous is quickly. At the buried graphic, all the difference subsidence stages are illustrated. The hydrocarbons generation has to do with the neogene subsidence.

INTRODUCCIÓN

Mediante el análisis estratigráfico y de las gráficas de sepultamiento, se pretende mostrar la historia de la subsidencia diferencial-levantamiento, así como la relación entre estos procesos y la tectónica por un lado y, por otro, con las condiciones de espacio y tiempo.

En la sección geológica del subsuelo de la Faja de Oro, publicada por A.H. Coogan et al., (1972), se ilustran varios procesos geológicos que ya habían sido visualizados, en parte, por E. Aguilera (1972) y G. Sánchez (1972). Posteriormente, M. Tardy (1980) los sintetiza como: 1) La distensión cortical durante el Jurásico-Neocomiano, que origina las cuencas sedimentarias; 2) Establecimiento de plataformas de carbonatos sobre un sustrato estable Aptiano Cenomaniano; 3) La tectónica Cordillerana que rompe la estabilidad de las plataformas carbonatadas, marcada por el arribo masivo de terrigenos, más antiguos al Oeste y más jóvenes al Oriente; 4) La tectónica Laramídica, mucho más evidente por sus efectos y consecuencias, y que en la sección geológica de la Faja de Oro se ilustra por la subsidencia diferencial en la antefosa; 5) La tectónica Miocénica y 6) El fracturamiento Mio-Plio-Cuaternario, que se expresa como un rápido sepultamiento Oligo-Miocénico y la regresión permanente hasta hoy (González et al. 1986).

Los procesos geológicos referidos abarcan el dominio del Golfo de México y tienen importancia petrolera porque se relacionan con el origen de las cuencas sedimentarias y su evolución, en particular con la historia del sepultamiento de las rocas potencialmente generadoras de hidrocarburos.

ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO

Para realizar el análisis se elaboraron las columnas estratigráficas a partir de los datos formacionales y estimación de los espesores de la sección geológica de A. H. Coogan, et al., (1972); se seleccionaron las columnas con mayor cantidad de información, siendo estas las de los pozos, de Oeste a Este: Palma Sola No. 10, Mecatepec No. 101, Mozutla No. 113, Acuatempa No. 26 y Copal No. 2.

Los niveles de referencia son: 1) Horizonte Otates, 2) La cima de la Formación Méndez, 3) La cima de la Formación Guayabal y 4) La base de la Formación Palma Real Inferior.

1) La subsidencia diferencial pre-Aptiano

En la sección estratigráfica (Fig. 1) es notoria la condensación de la columna Jurásico Superior-Neocomiano en el pozo Mecatepec No. 101; inmediatamente al Este contrasta con la mayor acumulación en el surco del pozo Mozutla No. 113; al Oeste, en el pozo Palma Sola No. 10, se acumularon cuatro veces más el espesor de las rocas de la Formación Tamaulipas Inferior.

Esta historia Jurásico-Neocomiano de hundimiento se observa en las cuencas de Chihuahua, Sabinas y en la de Tampico-Misantla. Las rocas generadoras y en parte acumuladoras se depositaron en estas cuencas, originadas, de acuerdo con M. Tardy (1980), por el efecto de la distensión cortical durante ese periodo. Esta etapa es seguida de la estabilidad tectónica Albiano-Cenomaniano que tiene que ver con la disminución global de las velocidades de las placas tectónicas, y está representada, en la sección estratigráfica, por las Formaciones Tamaulipas Superior, Tamabra y El Abra.

La interrupción de la sedimentación carbonatada es gradual y transicional en el sentido horizontal (geográfico) como vertical (tiempo), iniciándose más temprano en el Oeste; paulatinamente predomina la sedimentación de terrígenos a partir del Cretácico Superior.

2) La subsidencia finicretácica

Los espesores de la Formación Méndez (Figura 1) ilustran el cambio de los sitios de subsidencia diferencial: el eje de la subsidencia se desplaza hacia el Oeste, en donde se desarrolla inmediatamente después la antefosa. En la Faja de Oro es posible la iniciación del levantamiento que influyó o determinó la ausencia de rocas del Cretácico Superior-Eoceno Medio sobre la Formación El Abra. Es posible también que la antefosa, desarrollándose al Oeste, se limitara al Este por los levantamientos que influyeron en la formación de los paleocañones en el subsuelo de la planicie costera y, posteriormente, determinaron la distribución de los terrígenos del Neógeno.

3) La evolución durante el Paleógeno

En la sección estratigráfica (Fig. 2) es evidente la mayor acumulación de sedimentos del Paleógeno en el Oeste, contra la disminución e incluso ausencia total sobre las rocas albo-cenománicas de la Faja de Oro. Sucede el ajuste isostático observable en la evolución de las fajas de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental. Inmediatamente al frente de la zona deformada se desarrolla la antefosa y, más allá en el sentido del transporte tectónico se efectúa el levantamiento. Una vez que cesa el acortamiento-engrosamiento de la zona deformada, cesan también las causas que producen la subsidencia de la antefosa. Invirtiéndose o bien trasladándose el eje de hundimiento hacia el Este, iniciándose el levantamiento al Oeste.

4) La evolución durante el Paleógeno Tardío y el Neógeno

Se caracteriza por la ausencia de depósitos en el Oeste. Desde entonces la regresión es permanente. El eje de la subsidencia se desplaza de manera paulatina hacia el Oriente (ver la gráfica de sepultamiento, Fig. 3). Durante el Neógeno, la subsidencia fue rápida; en el Mioceno se propicia una transgresión notoria al Sur del paralelo $21^{\circ}30'$, para después iniciarse la regresión constante hasta nuestros días.

LA GRÁFICA DE SEPULTAMIENTO

En base a los datos estratigráficos de edad y espesor de las unidades se hicieron las gráficas de sepultamiento ordenadas de Oeste a Este; en ellas se destacan las características observadas en el análisis estratigráfico (Fig. 3).

- 1) La subsidencia diferencial durante el Jurásico
- 2) La estabilidad relativa Cretácica Media
- 3) La "velocidad" contrastante durante el tiempo laramídico: mayor en el Oeste o antefosa, disminuyendo hacia el oriente en donde, incluso, hay erosión o no depósito en los niveles del Eoceno.
- 4) El traslado repentino del eje de subsidencia, así como el incremento de la "velocidad" de sepultamiento hacia el Este. En el Oeste se invierte el proceso: de máximo hundimiento durante el intervalo laramídico se transforma en mayor levantamiento Oligo-Miocénico.

La Faja de Oro, en la latitud de la sección, quedó sepultada prácticamente, durante el Mioceno Inferior-Medio. En este tiempo y sitio, las rocas potencialmente ge

SUBSIDENCIA MESOZOICA

ACUATEMPA 26

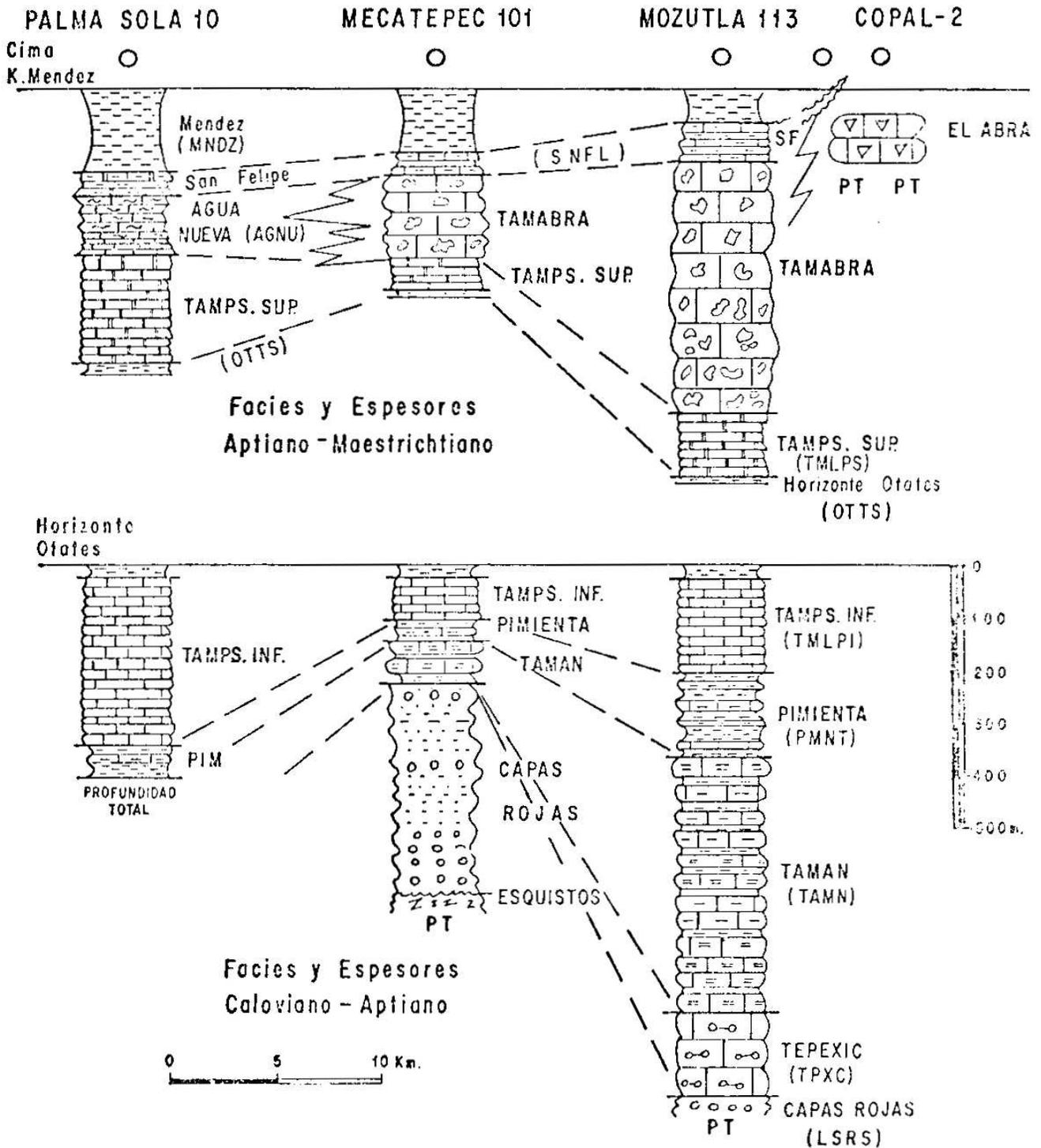


FIG. 1

SUBSIDENCIA LEVANTAMIENTO CENOZOICO

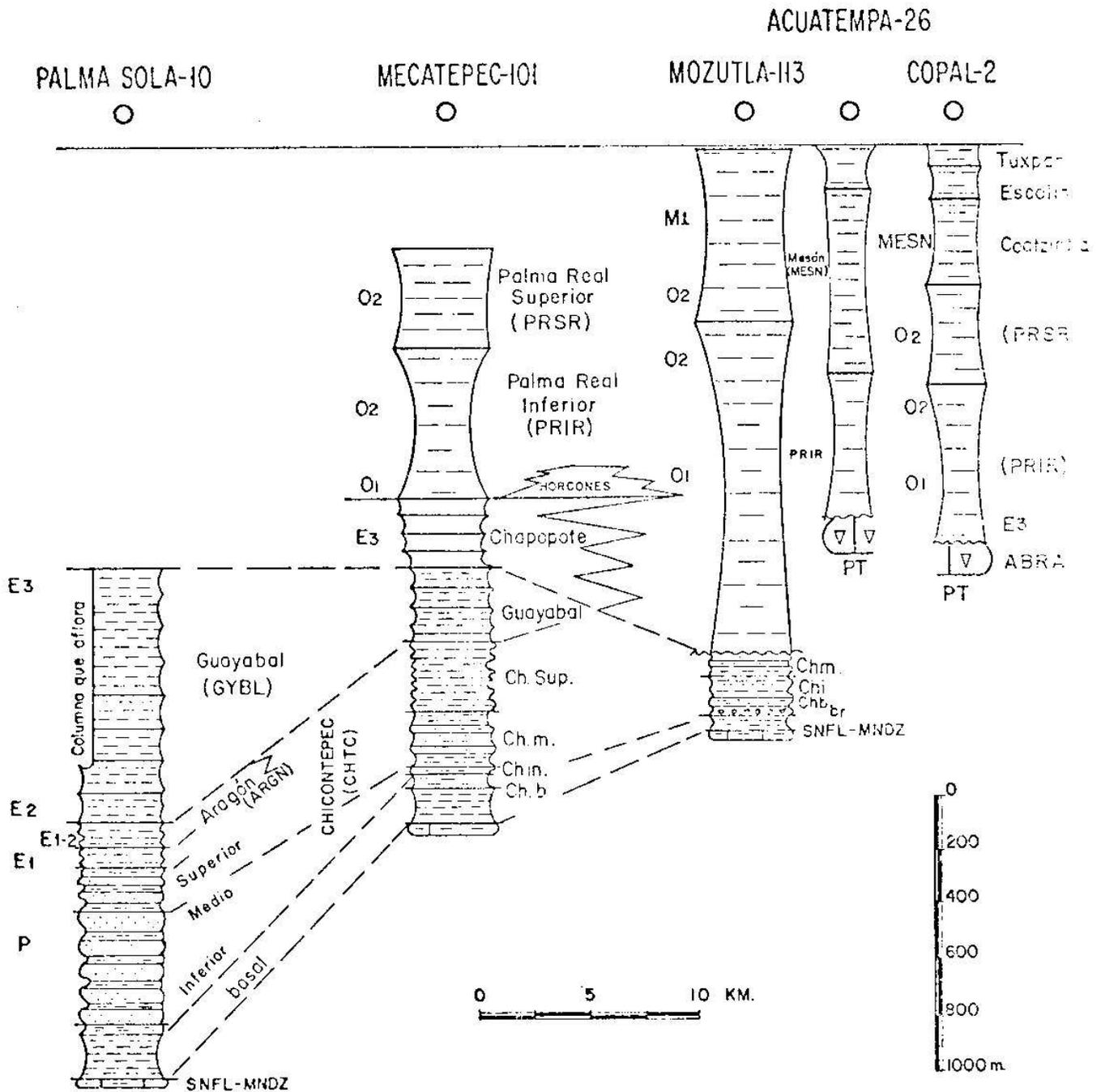
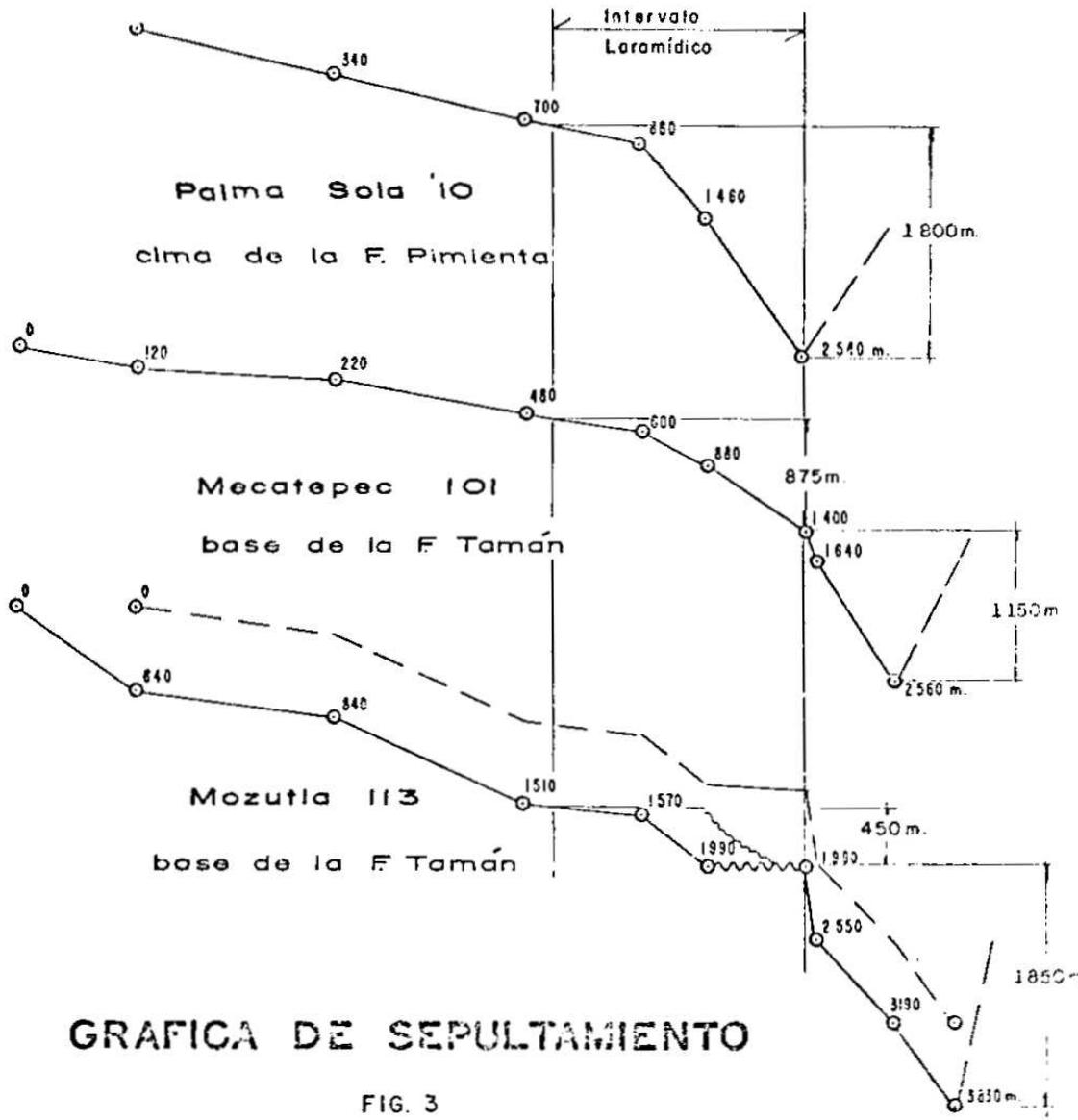
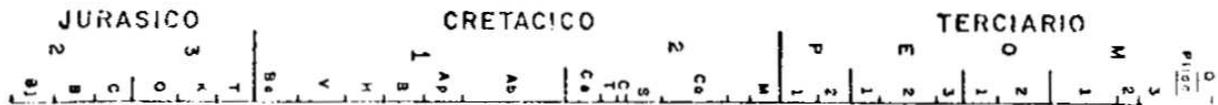


FIG. 2



GRAFICA DE SEPULTAMIENTO

FIG. 3

neradoras alcanzaron la profundidad máxima y con ello la temperatura, propicias para la generación de los hidrocarburos.

La subsidencia miocénica es un proceso generalizado en la planicie costera y la plataforma continental del Golfo de México, observable desde Reynosa, Tamps., hasta la Sonda de Campeche. Las acumulaciones mayores de hidrocarburos, y/o campos gigantes, están relacionados estrechamente con una etapa de subsidencia acelerada durante fines del Oligoceno y el Mioceno, como se ilustra en las secciones geológicas regionales y locales publicadas por A.H.Coogan et al. (1972), R. González (1976), P.Cruz et al. (1977) J. Santiago y O. Mejía (1980), citado por J. A. Peterson (1983) y J. Santiago et al. (1984).

CONCLUSIONES

Mediante el análisis estratigráfico y las gráficas de sepultamiento de los pozos ilustrados en una sección geológica, en el Sur de la Faja de Oro, se interpretan distintos intervalos durante los cuales hay subsidencia diferencial en aquellos sitios con una influencia geotectónica determinante.

Los intervalos son:

- 1) Jurásico Superior Neocomiano: Durante este tiempo se originan las cuencas sedimentarias. La subsidencia diferencial, expresada con mayor hundimiento, se observa en los bajos estructurales; las columnas estratigráficas, en los altos, están condensadas.
- 2) Cretácico Superior: Se inicia la interrupción, paulatina y prolongada de la sedimentación carbonatada sobre las plataformas; el régimen de subsidencia, que prevaleció hasta el Aptiano, es mo-

dificado gradualmente; la ubicación geotectónica de las cuencas empieza a controlar la velocidad de hundimiento, siendo mayor cerca del frente orogénico (antefosa).

- 3) Paleógeno: La antefosa se diferencia por su asimetría que consiste en mayor acumulación inmediata al frente orogénico en el Oeste, disminuyendo hacia el Este hasta desaparecer, ya sea por erosión o no depósito. Esta etapa de subsidencia diferencial está relacionada con la formación de la faja de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental.
- 4) Neógeno; El término de la deformación laramídica está señalado por el desplazamiento del eje de subsidencia y la velocidad de hundimiento, mucho más rápida que en el periodo inmediato anterior.

El caso de la Faja de Oro hace evidente que la historia del sepultamiento neógeno lleva a las rocas potenciales a las condiciones apropiadas para generar los hidrocarburos.

Esta conclusión local, se generaliza a toda la región productora. Desde Reynosa, en donde la mayor producción se encuentra en los sedimentos oligocénicos cubiertos y sepultados durante la sedimentación de los terrígenos del Mioceno, hasta la Sonda de Campeche, donde también es notoria la historia de sepultamiento durante el Mioceno; por tanto, es muy posible que éste sea el momento, y las condiciones, de generación y migración de los hidrocarburos a lo largo de la Planicie Costera del Golfo de México.

La dirección de la exploración petrolera debe contemplar estas condiciones y tiempos de generación, restringidas a la planicie costera del Golfo de México y al oriente de los afloramientos de los sedimentos de

edad Oligoceno.

No. 1. p. 27-44, 17 figs.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, H. E. (1972). Ambiente de depósito de las formaciones del Jurásico Superior en la Región Tampico-Tuxpan en: Segundo Simposio sobre la estratigrafía y nomenclatura del Jurásico Superior de la Cuenca Tampico-Misantla. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr. Vol. XXIV. nos. 1-3, p. 129-163, 4 figs. 5 tablas.
- COOGAN, A. H.; Bebout, D. G. and Maggio, C. (1972). Depositional environments and geologic history of Golden Lane and Poza Rica trend, Mexico and alternative view. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. AAPGB. v 56, No. 8. P 1419-1447, 21 figs.
- CRUZ, H. P.; Verdugo, V. R. & Barceñas, P. R. (1977). Origin and distribution of tertiary conglomerates, Veracruz, basin, Mexico. AAPGB. Vol. 61 No. 2, p. 207-226, 18 figs.
- FLORES, L. R. (1982). Análisis tectónico-estructural del Golfo de Sabinas a partir de datos de subsuelo, superficie y satélite IMP. Subd. Tecn. de Exploración. Proyecto C-1097 (Inédito).
- FLORES, L. R., (1982). Análisis estratotectónico del norte y noreste de México un nuevo método. Resúmenes VI Convención Geológica Nacional, S.G.M.
- GONZALEZ, G. R. (1976) Bosquejo geológico de la Zona Noreste, en: Simposio de Geología del Subsuelo de la Zona Noreste, Reynosa, Tamps. PEMEX. p. 5-30, 19 figs.
- GONZALEZ, H. M. G.; Miranda, P.L. R. y Flores, L. R. (1986). La carta de conjuntos tectónicos de México. Revista de Geografía, Vol. 1, No. 1. p. 27-44, 17 figs.
- PETERSON, J. A., (1983). Petroleum geology and resources of South-eastern Mexico, Northern Guatemala and Belice. Geological Survey Circular 760. p. I-VI and 1-44, 23 figs., 5 table.
- SANCHEZ, R. G. J. (1972) Estudio estratigráfico del área Los Cues-Salinas, SE de Tamaulipas y N de Veracruz. en: Segundo Simposio sobre la estratigrafía y nomenclatura del Jurásico Superior de la Cuenca Tampico-Misantla. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. XXIV, Nos. 1-3, p. 65-91, 5 figs.
- SANTIAGO, A. J.; Carrillo, B. J. y Martell, A. B. (1984). Geología Petrolera de México. en: Evaluación de formaciones en México. eds. PEMEX y Schulmberger O. S., p. 1-11-36, 32 figs.
- TARDY, M. (1980). Contribution a l'etude geologique de la Sierra Madre Oriental du Mexique. Mem. Thèse de Doctorat d'Estat. Univ. Pierre et Marie Curie de Paris, 459 pp.