

Litofacies y Diagénesis de la Formación Tamaulipas Inferior (Cretácico Inferior) en el Subsuelo de las Areas Bejuco-La Laja, Estado de Veracruz

Araujo Mendieta, Juan

INTRODUCCION

Localización. —

El área de estudio está localizada en la planicie costera del Golfo de México al norte del Edo. de Veracruz. Geográficamente está situada entre los paralelos 21° 27' de latitud norte, y los meridianos 97° 28' y 98° 15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Geológicamente se encuentra en la cuenca sedimentaria de Tampico-Misantla, la cual se encuentra limitada al norte por el Río Guayalejo y la población de Xicotencatl, Tamps., y el extremo sur de la Sierra de Tamaulipas; al sur por la población de Nautla y Misantla, Ver., y el Macizo de Teziutlán; al este por el Golfo de México, y al oeste por la Sierra Madre Oriental (Fig. 1).

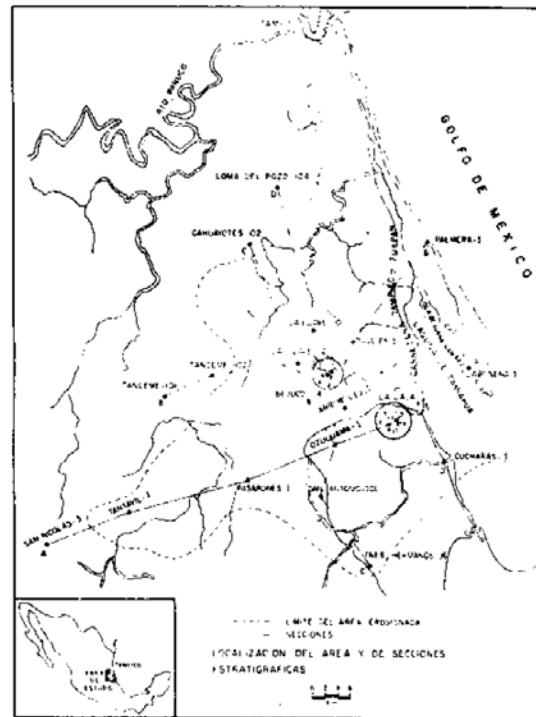


FIGURA N° 1

Estratigrafía regional. —

La columna estratigráfica en el subsuelo comprende desde rocas del Triásico hasta el Terciario.
 Instituto Mexicano del Petróleo

*Instituto Mexicano del Petróleo

En el Triásico se depositó la Formación Huizachal, constituida por areniscas, limolitas y lutitas pertenecientes a un ambiente continental.

Para el Jurásico se tienen, de abajo hacia arriba, las formaciones siguientes: (a) Formación Huayacocotla, constituida por una alternancia de areniscas gris y gris verdoso, lutitas pizarrosas de la misma coloración, que contienen restos de plantas y esporádicamente macrofauna. (b) Formación Cahuassas. Consta de una secuencia de areniscas, conglomerados y limolitas de color rojo. (c) Formación Tepexic, representada por una secuencia de calizas arcillosas gris y gris oscuro, calizas con terrígenos, oolitas, así como calcarenitas de color gris oscuro. (d) Formación Santiago, litológicamente esta formación consta de una secuencia de lutitas calcáreas de color negro, con intercalaciones de caliza arcillosa gris oscuro. (e) Formación Tamán, está constituida por una secuencia de calizas negras y gris oscuro bien estratificadas de textura fina, con delgadas intercalaciones de lutita negra laminar. (f) Formación San Andrés, constituida de calizas oolíticas de color café claro y gris claro; calcarenitas de color crema y café por impregnación de aceite y delgadas intercalaciones de caliza de textura fina de coloración café. (g) Formación Pimienta, representada por una secuencia de calizas de textura fina, arcillo-bituminosas, café oscuro y negras, con intercalaciones de lutita negra bituminosa y nódulos, y lentes de pedernal negro.

El Cretácico está representado por (a) Formación Tamaulipas Inferior. Esta formación en su localidad tipo consta de tres miembros, que son los siguientes: (1) Calcarenítico, (2) bentonítico y (3) de calcilutita crema. En el subsuelo del área en estudio fué subdividida verticalmente en seis litofacies diferentes, las cuales serán detalladas en el desarrollo del trabajo. (b) Horizonte Otates. Este horizonte está constituido por una secuencia litológica de calizas arcillosas de color gris oscuro con intercalaciones de capas delgadas de lutita negra carbonosa y nódulos de pedernal café y negro. (c)

Formación Tamaulipas Superior. Es una" secuencia de calizas de textura fina crema, blanco-cremoso y gris, con algunas capas de caliza cristalina gruesa, media a fina, café claro, intercalaciones de bentonita gris verdoso y nódulos de pedernal negro, blanco-lechoso y gris ahumado. (d) Formación Tamabra. La Formación Tamabra está formada por calizas elásticas y biógenas de origen arrecifal con matriz de caliza cristalina fina. Los fragmentos biógenos son de aguas someras y los demás clastos provinieron de los arrecifes de la Faja de Oro. (e) Formación Agua Nueva. Son calizas de textura fina arcil-

llosas de colores café, gris oscuro y negro, con interestratificaciones de lutita negra laminar y bentonita verde con nódulos y lentes de pedernal. (f) Formación San Felipe. La litología de esta formación consta de caliza de textura fina y calizas arcillosas de colores gris claro a gris verdoso con intercalaciones de lutita gris más frecuentes hacia la parte superior y capas delgadas de bentonita de color verde. (g) Formación Méndez. La Formación Méndez está formada por margas de colores gris claro y verde, con intercalaciones de lutitas cafés, capas delgadas de bentonita verde, lutita bentonítica y caliza café oscuro.

Las rocas del Terciario se encuentran representadas por una secuencia de areniscas, lutitas, lutitas arenosas, rocas arcillomargosas, cuerpos de areniscas conglomeráticas y brechas. Las formaciones del grupo Chicontepec y Velasco, la Formación Aragón, la Formación Guayabal, la Formación Aragón, la Formación Guayabal, la Formación Tantoyuca, la Formación Chapopote, la Formación Horcones, la Formación Palma Real Inferior, la Formación Palma Real Superior, la Formación Alazán, la Formación Mesón y la Formación Tuxpam, las cuales abarcan desde el Paleoceno hasta el Mioceno Inferior.

TABLA ESTRATIGRAFICA								
NOMENCLATURA TIEMPO			CUENCA SEDIM. TAMPICO MISANTLA		ÁREAS BEJUCO-LA LAJA			
ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	* FORMACION	† FORMACION			
CENOZOICO	TERTIARIO	MIOCENO	LANGHIANO	TUXPAM	TUXPAM			
			BURDIGALIANO					
		OLIGOCENO	SUPERIO	CHATTIANO	MESON	ESCOLIN COATZINTLA	MESON	
					ALAZAN	PALMA REAL SUPERIOR	PALMA REAL SUPERIOR	
					PALMA REAL INF.	PALMA REAL INF.		
				RUPELIANO	HORCONES	HORCONES		
		EOCENO	MEDI	BARTONIANO	CHAPOPOTE	TANTOYUCA	CHAPOPOTE	
				PRIAPONIANO				
				LUTECIANO	GUAYABAL	GUAYABAL		
				YPRESIANO	ARAGON	ARAGON		
		PALEOCENO	INFER	CHICONTPEC SUPERIOR	VELASCO SUPERIOR	VELASCO SUPERIOR		
				LANDIANO	CHICONTPEC MEDIO	VELASCO MEDIO	VELASCO MEDIO	
MONTIANO	CHICONTPEC INFERIOR			VELASCO INFERIOR	VELASCO INFERIOR			
DANIANO	CHICONTPEC BASAL			VELASCO BASAL	VELASCO BASAL			
MAESTRICHIANO	MENDEZ			MENDEZ				
CAMPANIANO	SAN FELIPE			SAN FELIPE				
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	SANTONIANO					
			CONIACIANO					
			TURONIANO	AGUA NUEVA	AGUA NUEVA			
			CENOMANIANO	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	
		MEDIO	ALBIANO	HORIZONTE OTATES	HORIZONTE OTATES			
			APTIANO					
			BARREMIANO					
			HUATERVUJANO	TAMAULIPAS INFERIOR	TAMAULIPAS INFERIOR			
INFERIOR	VALANGINIANO							
	BERMUDIANO							
JURASICO SUPERIOR			PIMIENTA					

* AGUILERA H. E. TESIS PROFESIONAL 1962

† ARAUJO M. J. PROYECTO G-1031-IMP-1977

▨ FORMACION AUSENTE

FACIES E IMPLICACIONES SEDIMENTARIAS DE LA FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR.

Definición.— El nombre de Formación Tamaulipas Inferior fué propuesto por Stephenson (1921), para una secuencia estratigráfica expuesta en los flancos del anticlinorio de la Sierra de Tamaulipas, proponiéndose como localidad tipo, en el trabajo de Müir (1936); estos trabajos fueron fundamentados en sus características litológicas y se le dividió en tres miembros que son: de calcarenitas, de bentonitas y de caliza crema.

El primero está limitado al Berriasiano, el segundo al Vaianginiense y Hauteriviense Inferior y el tercero al Hauteriviense Superior y Barremiano.

Miembro de calcarenitas. Se encuentra constituido por capas de calcarenitas de color gris, café y crema de grano fino a grueso, subredondeados a redondeados, bien cementados, y caliza oolítica café claro y crema, cuyos núcleos son microfósiles y granos de cuarzo, escasos pseudoolitos diseminados e intercalaciones de capas delgadas de caliza criptocristalina gris verdoso y crema claro.

Miembro de bentonita. La litología de este miembro esta constituida por bentonita verde y gris verdoso con intercalaciones de caliza criptocristalina de colores gris claro y crema; también presenta capas delgadas de caliza de textura fina café claro ligeramente arcillosa en ocasiones se observan delgadas capas de lutita negra bituminosa laminar y nódulos de pedernal, blanco lechoso, café y negro.

Miembro de caliza crema o calcilutita. Este miembro se encuentra en la parte superior de la Formación Tamaulipas Inferior y está constituido por caliza de textura fina de colores crema y gris claro de aspecto aporcelanado y con menor frecuencia, delgadas capas de lutita bituminosa negra laminar, capas de caliza fina ligeramente arcillosa, nódulos de pedernal café y blanco lechoso e intercalaciones de capas de bentonita verde claro y gris.

Litofacies y biofacies. —

Este trabajo se realizó en base al estudio de núcleos, muestras de canal y registros geofísicos de pozos del área con los cuales se contruyeron cuatro secciones estratigráficas, dos de NW SE y dos de SE a NE, los cuales pasan por los campos Bejuco y La Laja, donde se localizan la mayoría de los pozos estudiados (Fig. 1).

La Formación Tamaulipas Inferior en el sub-

suelo del área Bejuco—La Laja, de acuerdo a sus características litológicas y faunísticas se subdividió en seis facies diferentes de la base hacia la cima.

(A) Facies de intramicrita biógena con oolitos

Esta facies se encuentra en la base de la Formación Tamaulipas Inferior en contacto con la Formación Pimienta; su distribución es amplia, y se encuentra en casi todos los pozos estudiados, excepto en los pozos Bejuco No. 2 y Arroyo Viejo No. 1, que está ausente por erosión. En los pozos Cahunyotes No. 102 y Loma del pozo No. 104, la facies se interdigita con la facies B (Figs. 4 y 5), El ambiente de depósito de esta facies es de agua somera de plataforma, formada durante el inicio de la transgresión marina del Cretácico Inferior (Lám. 1, Fig. 1).

El contenido fosilífero observado en la facies consiste de: *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella longa*, *Tintinnopsella cadischiana*, *Lorenziella hungarica*, *Calpionella alpina*, *Calpionella elíptica*, *Calpionella darderi*, *Nannoconus steinmanni*, *Ramaniella cadischiana* Además de fragmentos de moluscos, restos de ostrácodos y equinodermos, escasos radiolarios calcificados y algas dasicladáceas.

(B) Facies de biomicrita con intraclastos.

Estas facies constan de biomicritas con intraclastos y pelets. Bioespatitas pobremente lavadas, pequeños cristales de pirita diseminados y fracturas y microfacturas rellenas por calcita, y microestilolitas en algunos núcleos son impregnación de hidrocarburos (Lam. 1. Fig. 2).

Estas facies se encuentran interdigitadas con las facies A en los pozos Cahuyotes 102 y Loma del pozo 104. En los demás pozos cambia transicionalmente con las facies C. La distribución de esta facies se encuentra en toda el área excepto en los pozos Arroyo Viejo No. 1 y Bejuco Nos. 1, 2 y 8, donde fué afectada por fenómenos erosivos (Figs. 5 y 2).

El contenido faunístico de la facies en mención está constituido por: *Tintinnopsella longa*, *Tintinnopsella carpathica*, *Lorenziella hungarica*, *Ramaniella cadischiana*, *Calpionellopsis oblonga*, *Globochete alpina*, *Ramaniella dadayi*, *Nannoconus steinmanni* y *Nannoconus globulos*, fragmentos de ostrácodos, restos de equinoideo, radiolarios calcificados y cortes de amonitas en el núcleo 6 del pozo Bejuco--6.

Las condiciones de depósito de esta facies ocurrió en aguas marinas de moderada energía, con algunas fluctuaciones a medios de alta energía, exis-

tiendo solamente ligeros cambios con respecto al ambiente de depósito de la facies A.

(C) Facies de micritas fosilíferas con dolomitización incipiente.

Está constituida por micritas fosilíferas con rombohedros de dolomita diseminados, y escasas laminaciones de bentonita color verde oscuro. Se observan abundantes fracturas y microestilolitas paralelas a la estratificación, algunas con impregnación de hidrocarburos (Lam. 1. Fig. 3).

Esta facies se encuentra interdigitada con la facies B en el pozo Loma del Pozo-104. En los demás pozos cambia transicionalmente con las facies (B) que la infrayace y con la facies (D) que la sobreyace. La distribución de la facies que se describe se encuentra casi en toda el área excepto con aquella en que están ausente también las facies (A) y (B) por erosión. En los pozos Bejuco No. 1 y 8, Cucharas No. 1 y Pasarones No. 1 no se identificó debido a que también fué afectada por el mismo fenómeno (Figs. 2 y 5).

El contenido faunístico observado en esta facies consta de: *Tintinnopsella longa*, *Ramaniella cadischiana*, *Calpionella alpina*, *Calpionellopsis oblonga*, *Nannoconus globulos*, *Nannoconus steinmanni* y *Nannoconus bermudez*; algas dasicladaceas, fragmentos de equinoideo y cortes de amonitas en el pozo Bejuco No.6, núcleo 4.

Las condiciones de depósito de esta facies fueron aguas de profundidad media en ambientes de baja energía con variaciones a mediana energía.

(D) Facies de micrita fosilífera y bentonítica.

Contiene pequeños cristales de cuarzo diseminados y capas de bentonita de color verde y gris, además existen bandas y nódulos de pedernal oscuro, megascópicamente se observa en los núcleos intercalaciones de capas delgadas de lutita café oscuro y negra, se encuentra abundante fracturamiento horizontal con porosidad y relleno por calcita (Lam. II, Fig. 1). La facies (D) está sobreyaciendo a la facies (C) y cambia transicionalmente con la facies (E) que la suprayace. Su distribución en el área

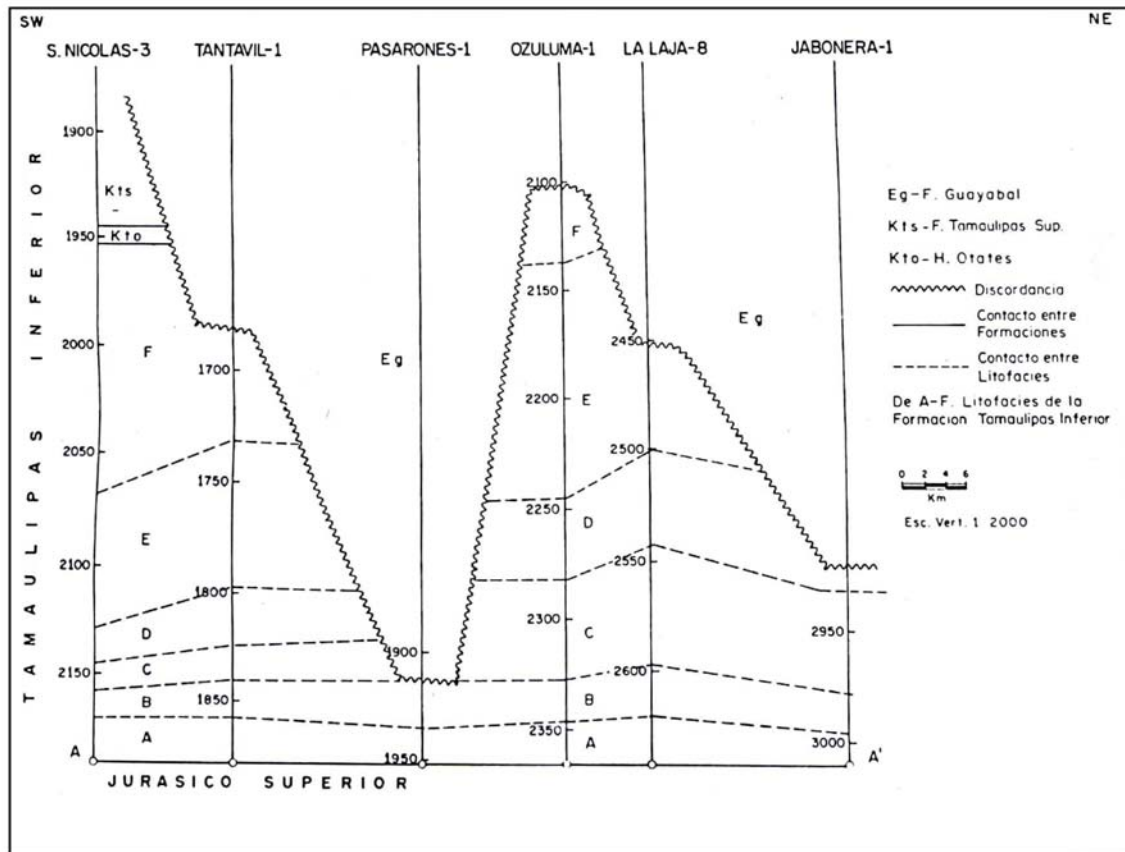


FIGURA — 2

está controlada en zonas en donde los efectos erosivos no fueron intensos. Esta facies está ausente en el pozo Arroyo Viejo -1, en todos los pozos del área de Bejuco, Pozo Pasarones -1, San Antonio -101 y Cucharas -1 (Figs. 2, 4 y 5).

El contenido faunístico observado en estas facies consta de: *Tintinnopsella longa*, *Tintinnopsella carpathica*, *Lorenziella hungarica*, *Calpionellites darderi*, *Nannoconus steinmanni* y *Nannoconus globulus*; fragmentos de molusco y radiolarios calcificados.

Para esta facies se infiere un ambiente de baja energía en mares abiertos con abundante aporte de material piroclástico de las partes continentales, lo cual dió origen al material bentonítico.

(E) Facies de biomicritas ligeramente arcillosas.

Esta facies está constituida por biomicritas con bajo contenido de arcilla principalmente; existe interestratificación de capas delgadas de bentonita color verde, nódulos de pedernal oscuro y fragmentos de pirita diseminados, se observa fracturamiento horizontal y vertical con impregnación de hidrocarburos, megascópicamente presentan capas delgadas de lutita laminar color oscuro (Lam. II, Fig. 2). La facies (E) está sobreyaciendo a la (D) y cambian transicionalmente con la facies (F) que la suprayace.

La distribución de la facies (E) en el área se encuentra ausente en las mismas zonas que las facies (D). Sin embargo, en el pozo Jabonera No. 1 y en los pozos del campo La Laja se encuentra en contacto con la zona erosionada (Fig. 2 y 5).

El contenido faunístico está constituido por *Globochetes alpina*, *Tintinnopsella carpathica*, *Nannoconus steinmanni*, *Nannoconus globulus*, *Nannoconus bermudezi*, *Nannoconus Kampteri* y *Nannoconus colomi*, además de fragmentos de moluscos, restos de equinoideo y de ostrácodos y radiolarios calcificados.

El ambiente de depósito de esta facies fués estable de baja energía en aguas profundas de mar abierto con ocasionales aportaciones de material terrígeno.

(F) Facies de micrita y micrita fosilífera ligeramente arcillosa.

Esta facies está asociada a bandas y nódulos de pedernal oscuro y capas delgadas de bentonita color verde claro (Lam. II, Fig. 3).

La facies (F) sobreyace a la facies (E) y en su parte superior está en contacto con la zona erosionada o infrayace a horizonte Otates.

La distribución de esta facies se encuentra más restringida que las anteriores, ya que solamente está presente en las áreas que fueron menos erosionadas, en las partes adyacentes del paleocanal Se encuentra ausente conjuntamente con la facies (E), además en los pozos La Llave No. 101, Tres Hermanos No. 106, La Llave No. 1 y La Laja No. 8 y Jabonera No. 1 (Fig. 2 y 4).

El contenido faunístico observado en esta facies consta de: *Nannoconus steinmanni*, *Nannoconus truitti*, *Nannoconus bucheri*, *Nannoconus minutus*, *Nannoconus wassalli*, *Microcalamoides confusus*, globigerinidos y restos de ostrácodos, de moluscos y radiolarios.

Las condiciones de depósito para esta facies aparentemente fueron estables de baja energía, en aguas profundas de mar abierto.

DIAGENESIS

Los parámetros diagenéticos que se observan en las rocas de la Formación Tamaulipas Inferior son tales como: compactación, cementación, disolución, dolomitización y silicificación.

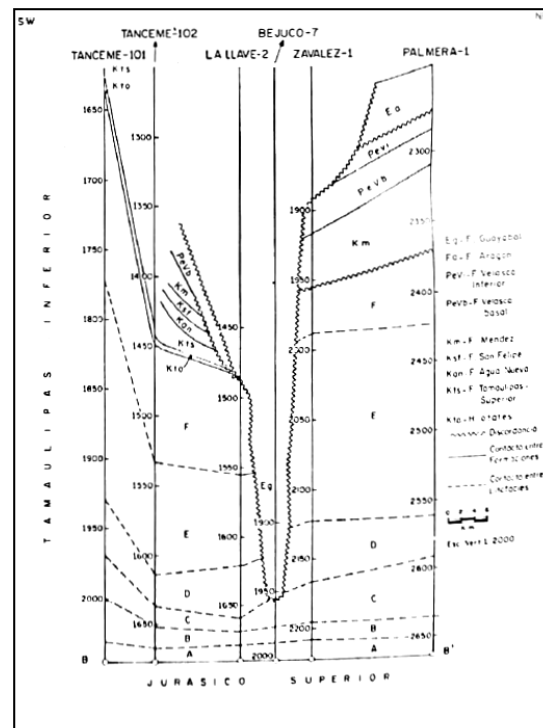


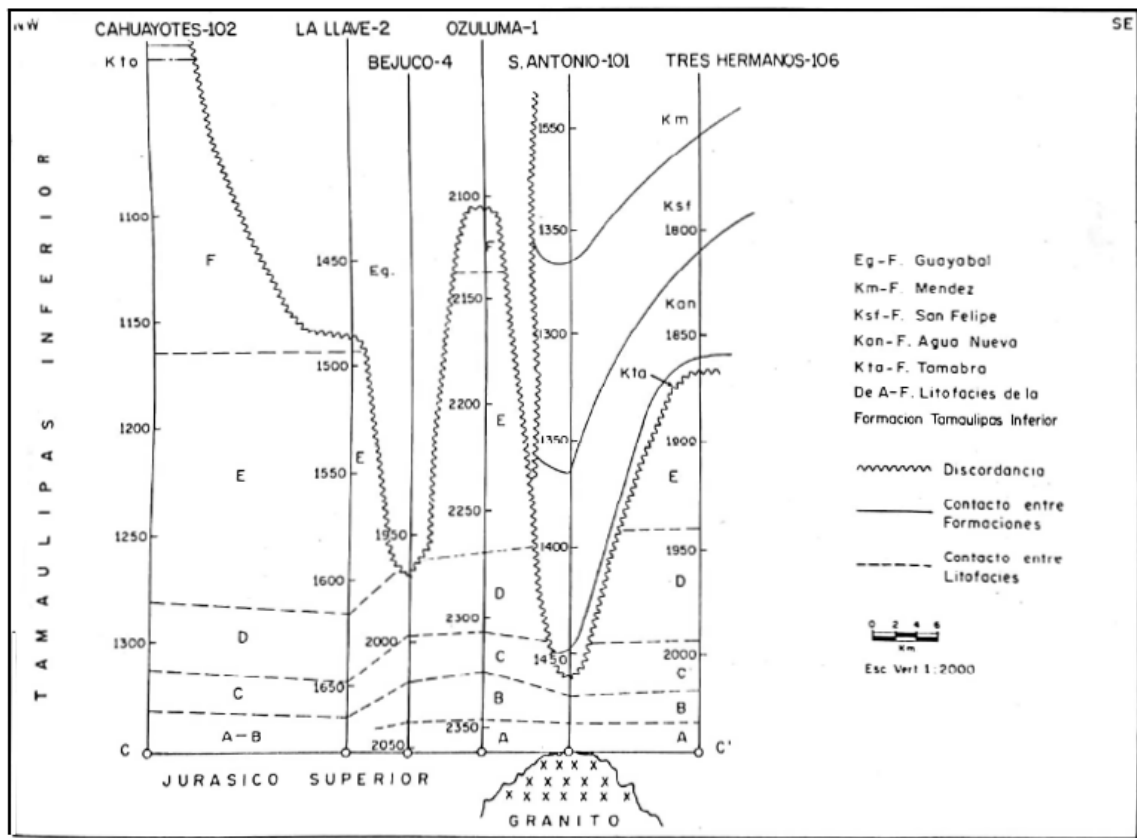
FIGURA - 3

Compactación. La compactación que tuvo lugar en los sedimentos se llevó a efecto al incrementarse el espesor de la columna estratigráfica constituida por horizontes calcáreos y otros calcareo-arcillosos, (facies (C), (D) y parte inferior facies (E)). Esta diferencia litológica dió como resultado la formación de estilolitas y fracturas durante la migración de fluidos de formación que se encontraba contenida en los sedimentos. Las fracturas incrementaron la porosidad inducida posteriormente por movimientos tectónicos.

Cementación.— El cemento que se observó fué de tipo espático de cristales en forma de mosaico, y se encuentra en los espacios que existen entre los constituyentes aloquímicos de las facies (A) y (B) por lo consiguiente se está reduciendo la porosidad que existía en estas facies. Este tipo de cementación puede pertenecer a una cementación temprana y que por recristalización ahora se observa otro hábito

Disolución.— El tipo de disolución observado es causado por compresión de los sedimentos, el cual actúa principalmente en las fracturas y estilolitas pre-existentes, paralelas a los planos de estratificación, siendo una de las causas principales para el aumento de la porosidad donde se encuentra producción de hidrocarburos. También existe el fenómeno de disolución en el fracturamiento de tipo tectónico, siendo principalmente de tipo vertical causado por esfuerzos tensionales.

Dolomitización.— La dolomitización que se observa en las muestras de los pozos estudiados se encuentra en cristales diseminados en las muestras, variando su porcentaje de 1% hasta 2.5%. Este tipo de dolomitización se puede deber al producto de compactación y migración simultánea del agua de los sedimentos. Debido a este proceso se concentraron los iones de Mg empezando a formar los cristales de dolomita en los cuales las partículas de arcilla se concentraron en el centro del cristal, por



lo que los cristales de dolomita presentan un núcleo turbio (Lam. 1, Fig. 3). También se encuentran otros cristales de dolomita que son más limpios y transparentes, los cuales se encuentran cerca de las líneas estilolíticas y fracturas, lo cual nos indica que éstos se formaron al concentrarse las soluciones ricas en Mg en las fracturas y estilolitas. En este tipo de dolomitización se observa impregnación de hidrocarburos. Esto, económicamente tiene poca importancia, ya que la dolomitización es dispersa.

Silicificación.-La silicificación observada es principalmente de cuarzo amorfo, que se encuentra constituyendo nódulos y bandas de pedernal; las bandas de pedernal presentan laminaciones, lo cual puede haber sido causado por reemplazamiento. Las capas de bentonita, también pueden haberse formado contemporáneamente con la sedimentación, y pudieron haber sido una importante fuente silíceo.

Etapas erosivas.-El área fué sometida a cuatro etapas erosivas durante el Cretácico Superior y el Terciario, lo cual le dió una configuración especial para estas épocas:

Primera etapa erosiva. -Al finalizar el Cenomaniano e inicios del Turoniano la plataforma de Tamaulipas sufre levantamiento no muy intenso tal vez sin que la superficie marina emergiera; sin embargo, esto motivó que en varios sitios el área estuviera sujeta a agentes erosivos sub-acuáticos que ocasionaron erosión de la Formación Tamaulipas Superior y en la cima de la Tamaulipas Inferior (Fig. 2).

segunda etapa erosiva.-Al terminar el Santoniano y principios del Campaniano el área sufre una segunda etapa erosiva que afectó principalmente la parte comprendida entre los Cues Salinas y la Aguada. Esta etapa erosiva afecta desde la Formación San Felipe hasta la Tamaulipas Inferior, depositándose arriba de ella sedimentos de la Formación Méndez (Figs. 3,4 y 5)

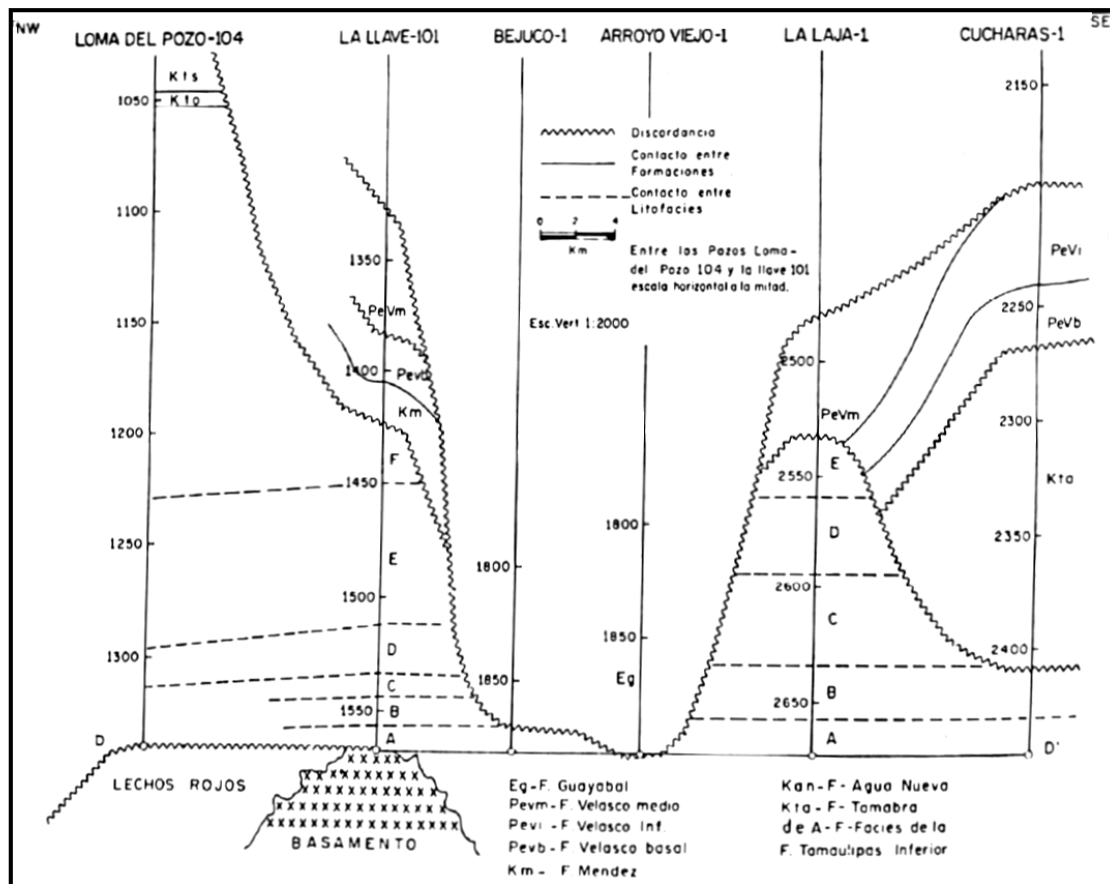


FIGURA — 5

Tercera etapa erosiva.— Al cierre del Oligoceno Inferior, la Cuenca de Chicontepec empieza a levantarse debido a los esfuerzos causados por la orogenia Laramídica, lo cual dió lugar a que el área fuera sometida a una intensa etapa erosiva submarina, dando con ello origen a la formación de un paleocanal principal por donde empezaron a salir las aguas de la cuenca hacia el este. Este paleocanal se inicia en la parte sur del área en los pozos Tantavil No. 1, Piedra de Cal No. 8, siguiendo una orientación hacia el NE, pasando por los pozos Pasarones No. 1, donde se bifurca una parte hacia el NE, pasando por los pozos Bejuco No. 4, Bejuco No. 2, Arroyo Viejo No. 1 y al norte del campo La Laja, la otra parte toma un rumbo SE, pasando por los pozos San Antonio No. 101, Cucharas No. 1 y Catán No.1, ambos tienen su salida hacia el actual Golfo de México. Esta etapa erosiva afectó desde la Formación Aragón hasta la Tamaulipas Inferior y Pimienta en los pozos Arroyo Viejo No. 1 y Bejuco No. 2.

La topografía dejada por esta etapa erosiva fue cubierta por la Formación Guayabal del Eoceno Medio (Figs. 3,4 y 5).

Cuarta etapa erosiva. Al terminar el depósito de la Formación Horcones en el Oligoceno Inferior, el área sufre la cuarta y última etapa erosiva de menor intensidad que la anterior y solamente afecta formaciones del Terciario, la Horcones, Chapopote, Tantoyuca y Guayabal. La topografía irregular dejada por esta última etapa erosiva es cubierta por el depósito de los sedimentos de la Formación Palma Real Inferior.

IMPLICACIONES ECONOMICAS

Los yacimientos que tiene la Formación Tamaulipas Inferior son de tipo estratigráfico, ligados a superficies erosionadas de paleorelieves sepultados cubiertos discordantemente por rocas más jóvenes, tales como en los campos Bejuco y La Laja. Por lo cual las áreas de más importancia son aquellos que se encuentran abajo del plano de discordancia cubiertas por rocas arcillosas. También hay que tener en cuenta los fenómenos diagenéticos y tectónicos que afectaron las rocas, ya que de ellos dependerá la porosidad y permeabilidad resultante. En las facies (A), (B), (C) y (D) de la Formación Tamaulipas Inferior son las que tienen más posibilidades. Las dos primeras por su contenido de alquímicos, por lo que pueden tener porosidad primaria, y los dos últimos por presentar un alto fracturamiento horizontal de tipo diagenético, y vertical de tipo tectónico.

Las zonas con mayores posibilidades económicas son hacia el NE del campo La Laja, en donde se pueden encontrar las mismas facies productoras en contacto con el plano de discordancia. También pueden existir probabilidades al SE del pozo Palmera No. 1, ya que se presentan las facies (C) y (E) con buenas perspectivas, y la zona comprendida entre La Laja y el pozo Catán No. 1, en donde aparecen nuevamente las facies (A) y (B) en contacto con el paleocanal descrito en párrafos anteriores.

LAMINA I

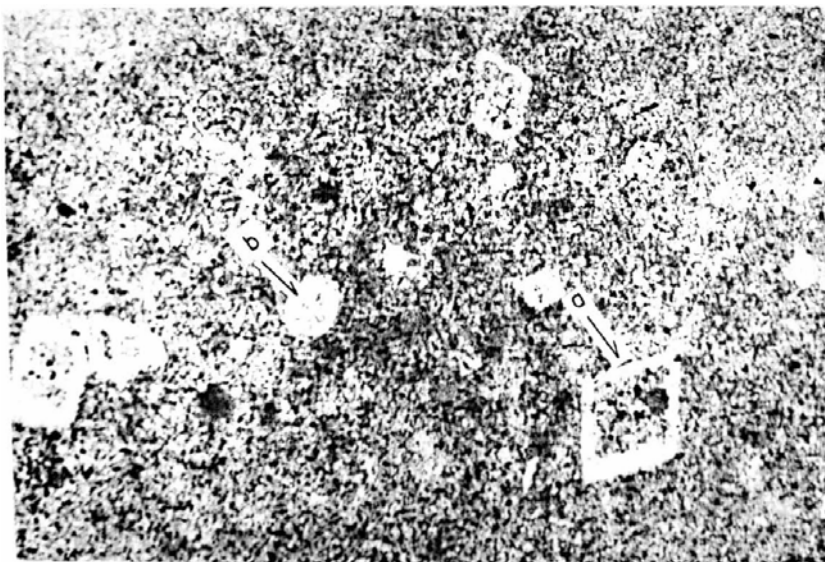


FACIES DE INTRAMICRITAS BIOGENAS CON OOLITOS

Fig. 1.-Intramicrita oolítica biógena, con pellas, en la matriz y espatita entre los intraclastos en la parte inferior derecha e izquierda. Oolitos (a), intraclasto (b) y pella (c). Obsérvese los microfósiles, tintinnidos principalmente. Pozo Catán No. 1, núcleo No. 3, parte 4. x 30, luz natural.

FACIES DE BIOMICRITAS CON INTRACLASTOS

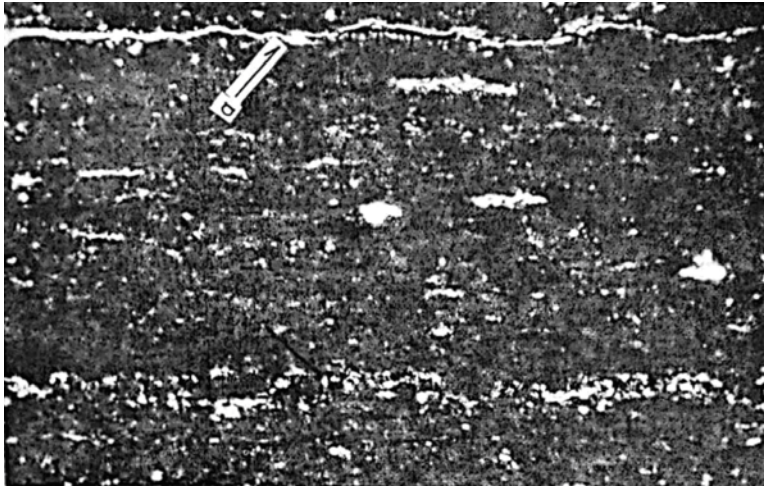
Fig. 2.— Biomicrita con intraclastos. Radiolarios (a), tintinnido (b), Frustella sp. (c), e intraclastos (d). Pozo La Laja No. 8, núcleo No.17. parte J. x 160, luz natural.



FACIES DE MICRITA FOSILIFERA CON DOLIMITIZACION INCIPIENTE

Fig. 3.— Micrita fosilífera ligeramente arcillosa, con rombohedros de dolomita disseminados. Obsérvese la parte turbia en el interior del cristal (a), un microfósil (b). Pozo La Laja No. 6-A, núcleo No. 1, parte M. x 140, luz natural.

LAMINA II



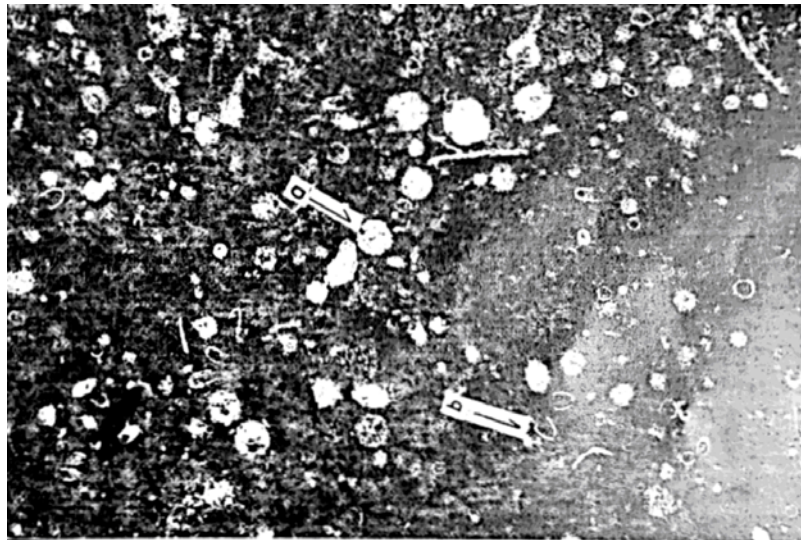
FACIES DE MICRITA FO- SILIFERA Y BENTONITICA

Fig. 1.—Micrita bentonítica fosilífera laminada, y microfracturas paralelas a la estratificación rellenas con sílice (a). Pozo La Laja No. 1-A, núcleo No. 3, parte C. x 35, luz natural.

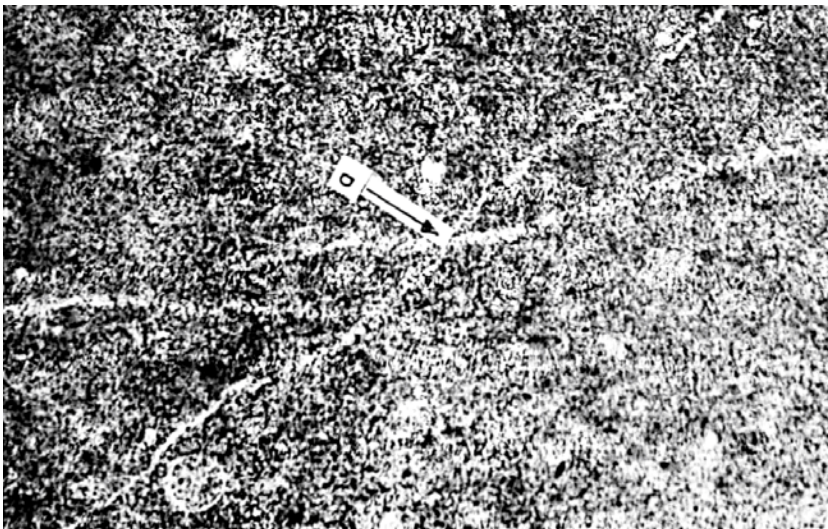
1

FACIES DE BIOMICRITAS LIGERAMENTE ARCILLO- SAS

Fig. 2.—Biomicrita ligeramente arcillosa con abundantes radiolarios (a), Tintinnidos (b) y restos de ostrácos. Pozo Bejuco No. 5, núcleo No. 1, parte B. x 30, luz natural.



2



FACIES DE MICRITAS Y MICRITAS FOSILIFERAS LIGERAMENTE ARCILLO- SAS

Fig. 3.—Micrita fosilífera ligeramente arcillosa con pequeñas fracturas en 2 direcciones rellenas por calcita (a). Pozo La Laja No. 8, núcleo No. 5, parte J. x 40, luz natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILERA, H.E., 1962. Posibilidades petrolíferas del Cretácico Inferior y del Jurásico (Kimeridgiano) en el área Llano de Bustos-Bejuco, Estado de Veracruz. Tesis Profesional, ESIA, I.P.N.
- ARREDONDO, M.C., 1974. Criterios geológicos y geoquímicos en la exploración petrolera. Rev. Divulg., No. 2, Inst. Geología. UNAM.
- BERMAN, C.G., 1974. Estudio sedimentario del Jurásico Superior en el área Isla Piedra de Cal. Depto. de Paleosedimentación, Zona Norte, Informe geológico No. 570, Pemex. (Inédito).
- BONET, F., 1956. Zonificación microfaunística de las calizas cretácicas del este de México. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr., Vol. XIII, Nos. 7-8.
- CANTU, A. 1971. La serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior del centro-este de México. Rev. Inst. Mex. Petr., Vol. 111, No. 2.
- CARRILLO, B.J., 1960. Geología del Anticlinorio Huizachal -Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr., Vol. XIII, Nos. 1-2.
- CASTRO, M.J.T. y E. MARTINEZ R., 1977. Estudio del Cretácico de la Franja Tamaulipas y Tamabra al SW de la Faja de Oro entre los ríos Nautla y Casones. Sub. Tec. Exploración, Inst. Mex. Petr. (Informe inédito).
- FOLK, R.K., 1969. Petrología de las rocas sedimentarias. Traducción del inglés. L. Schlaepfer y R.M. de Schmitter. Inst. Geología U.N.A.M.
- GINSBURG, N. Rn., 1957. Early Diagenesis and Lithification of Shallow Water Sediments, Special Publ. No. 5.
- GUZMAN, A.E., 1974. Diagenesis de las calizas Cupido del Cretácico Inferior, Coahuila, México. Rev. Inst. Mex. Petr., Vol. VI, No. 2.
- HARRIS, J.R., 1960. Relations of Deformational Fractures in Sedimentary Rocks to Regional and Local Structures. Bu. Amer. Assoc. Petr. Geol., Vol. 44, No. 2.
- KRUMBEIN, C.W., and L.L. SLOSS, 1969. Estratigrafía y sedimentación. Traducción de la 2a. edición en inglés por Rafael García Díaz. Edit. UTH EA.
- SANCHEZ, R.G.. 1974. Estudio sedimentario del Jurásico Superior en el área Isla de los Cues Salinas. Depto. de Paleosedimentación, Zona Norte, Informe geológico No. 568. Pemex. (Inédito).
- TREJO, M.H., 1960. La familia Nannocoidea V su alcance estratigráfico en América (Protozoa, near to Saedis). Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr., Vol. XII, Nos. 9 y 10.
- VALDIVIESO, L.A., 1970. Estudio geológico-económico del campo petrolero La Laja del Distrito Cerro Azul Ver., Tesis Profesional, ESIA, P.N.