

GUÍA DE TÉCNICAS UTILIZADAS, EN EL PROCESADO DE MUESTRAS DE CANAL PARA EL ANALIASIS BIOESTRATIGRAFICO CON NANOFÓSILES CALCAREOS

Patricia Hernández Bernal

*Petróleos Mexicanos,
Subgerencia de Operación Geológica,
Edif. 3, Centro Técnico Admvo. PEMEX,
Campo Sitio Grande 2000, Frac. Carrizal
Villahermosa, 86035, Tab.*

RESUMEN

Generalmente en los estudios Bioestratigráficos realizados con nanofósiles calcáreos, las muestras de superficie y de núcleos de pozos, son siempre las mas recomendables y solicitadas para ser procesadas y estudiadas paleontológicamente. Sin embargo, no siempre es posible tenerlas. Con la finalidad de obtener el mayor provecho de las muestras de canal (recortes o esquirlas) para el estudio bioestratigráfico del Mesozoico y Terciario con nanofósiles calcáreos, se han probado técnicas para su procesado bajo las siguientes condiciones: muestras de canal con lodo base agua sin lavar para limolitas; con lodo de emulsión inversa sin lavar para lutitas y lavadas o enjuagadas para calizas.

Es importante que el especialista de subsuelo aporte al paleontólogo información sobre los intervalos arcillosos que contiene el pozo y sobre las esquirlas o fragmentos litológicos que se deben de seleccionar para cada intervalo, por lo que se requiere contar con información sobre registros rayos gama y/o potencial espontáneo, así como el informe litológico del pozo; además, la muestra deberá contener al menos un pequeño porcentaje de carbonato de calcio, ya que de no ser así, habrá una alta posibilidad de que la muestra sea estéril, por tal motivo deben reaccionarse las muestras con HCl al 10 %. Se ha advertido que al seleccionar las muestras de intervalos arcillosos, es más factible encontrar abundantes nanofósiles calcáreos en dichos horizontes y su preservación es buena a moderada.

Al seleccionar los fragmentos litológicos específicos para cada intervalo arcilloso y considerando también la posterior limpieza del tipo de lodo que contenga la muestra, el riesgo de contaminación (con nanofósiles) es menor.

ABSTRACT

Biostratigraphic studies based on calcareous nanofossils are generally done upon surface and core samples, because these are the most reliable ones. Nevertheless, these samples are sometimes unavailable. Our main goal in this paper is to obtain the best utility, based on drill cuttings for Mesozoic and Tertiary calcareous nanofossil biostratigraphic studies. Some techniques for the sample processing have been achieved over the following conditions: drill cuttings with water based mud without washing for lime; with oil based mud without washing for claystones; rinsed or washed for limestones.

The subsurface specialist participation is important for the Paleontologist, because it contributes with important information about clayey intervals contained in the well, and about lithologic cuttings that have to be selected for each interval. Therefore information about gamma rays, spontaneous potential and the lithologic well report are required. The sample should contain, at least a small percentage of calcium carbonate, otherwise it could be barren. Due to this reason, the samples have to be reacted with HCl 10%. It has been noticed that it is more probable to find abundant calcareous nanofossils when selecting clayey intervals, and the preservation is from good to moderate.

While selecting specific lithologic cuttings for each clayey interval and considering the further well mud extraction from the sample, contamination risk with calcareous nanofossils from other intervals is lower.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En la actualidad, para el desarrollo de la actividad de perforación se emplean equipos electromecánicos que se encuentran en la superficie llamados torres de perforación, éstos tienen la finalidad de hacer girar una barrena que va

unida con tubos de acero, que se van agregando a medida que se va avanzando en la perforación del pozo, lo que origina recortes o esquirlas que son eliminadas a través de un fluido llamado lodo de perforación. Éste se bombea desde la superficie mediante equipo de gran capacidad, el cual hace que el fluido y recortes lleguen a la superficie donde son separados por medio de mallas vibratorias, recolectados y finalmente transportados a las bodegas de muestras. Este

tipo de muestras constituidas por recortes o esquirlas es llamado muestra de canal.

Durante la perforación, el lodo o fluido de perforación sirve para generar una presión hidrostática que evite el derrumbamiento de las paredes del agujero y el vaciamiento de los fluidos contenidos en las rocas (agua salada, aceite y gas) hacia el pozo. Además proporciona lubricación y enfriamiento a la barrena. El uso de los diferentes tipos de lodo varía de acuerdo a la profundidad y tipo de litología que se esté perforando, los más comunes son los fluidos base aceite y base agua (Mandujano, 1996).

Debido a los altos costos de los lodos base aceite, es frecuente su reutilización durante la perforación del pozo en cuestión y en ocasiones en la perforación de otro pozo. Antes de su reutilización, éste es sometido a un proceso químico a través del cual se le reconstituyen las características fisicoquímicas óptimas para el proceso de perforación, por lo anteriormente expuesto existe el riesgo de contaminación de la muestra en términos bioestratigráficos. Por lo tanto, no obstante la importancia de estos fluidos en el proceso de perforación, éstos deben de ser eliminados de los recortes para que los estudios litológicos y bioestratigráficos puedan ser llevados a cabo de manera eficiente. De esta forma, los diferentes tipos de litologías pueden ser estudiados convenientemente y durante el análisis bioestratigráfico se evita el riesgo de contaminación con microfósiles que pudiese contener el lodo.

Rutinariamente la eliminación de los lodos ocurre en el laboratorio. Los lodos base agua se eliminan parcial (enjuagando con agua) y totalmente (lavándose con agua y detergente), mientras que los lodos base aceite se eliminan mediante el proceso repetido de enjuagado y lavado de la muestra de canal con agua y detergente. Estos procedimientos ocasionan en las muestras suaves como lutitas y margas la pérdida de gran parte de los recortes, los cuales son importantes en los estudios bioestratigráficos realizados con base en nanofósiles calcáreos. Es por ello que se exponen en el presente trabajo opciones para tratar a este tipo de muestras obteniendo de ellas el mayor provecho posible, con menor riesgo de contaminación del que se ha venido teniendo hasta ahora.

Cuando se carece de muestras de superficial y de núcleos de pozos es conveniente recurrir a las muestras de canal y tratar de obtener de ellas la mayor información posible. Con este objetivo en el estudio bioestratigráfico del Mesozoico y Terciario con nanofósiles calcáreos, se han probado técnicas para su procesado bajo las siguientes condiciones: muestras de canal con lodo base agua sin lavar para limolitas; con lodo de emulsión inversa sin lavar para lutitas y lavadas o enjuagadas para calizas.

Selección de intervalos arcillosos y muestras carbonatadas

Antes de procesar las muestras es conveniente el trabajo conjunto entre el especialista de subsuelo y el paleontólogo en el cual se recabará información sobre los intervalos arcillosos que contenga el pozo y sobre las esquirlas que se deben seleccionar para cada intervalo. Para ello se requiere contar con la información sobre el registro de rayos gama y / o potencial espontáneo además del informe litológico del pozo. Este procedimiento es importante, ya que al escoger las esquirlas correspondientes a los intervalos de las profundidades seleccionadas, se evita el riesgo de contaminación (nanofósiles calcáreos) con recortes caídos de otros intervalos. Por otro lado, la litología escogida deberá de ser la conveniente para la preservación de la nanoflora calcárea como son las lutitas, margas y calizas. Dichos recortes arcillosos deberán contener al menos un pequeño porcentaje de carbonato de calcio, ya que de no ser así, habrá una alta posibilidad de que la muestra sea estéril (Ferch - Nielsen, 1989).

Se ha encontrado que al seleccionar las muestras de intervalos arcillosos es más factible encontrar en ellos nanoflora calcárea fósil cuya preservación ha sido de buena a moderada.

Extracción del lodo de emulsión inversa a las muestras de canal con solventes

En asesoría con el personal de Geoquímica de la Región Sur se sugirieron diferentes tipos de solventes para la limpieza de las muestras del lodo de emulsión inversa. De los sugeridos se usaron el alcohol isopropílico y el cloroformo, resultando este último el más eficiente. La eficacia de los solventes pudo comprobarse al observar claramente los microfósiles al microscopio petrográfico (ver láminas II, III y IV), ya que de existir residuos de hidrocarburos del lodo de emulsión inversa se advierte un halo lechoso en la periferia de los mismos (ver lámina I). Otros solventes que pudieran ser usados son el cloroetano, el éter de petróleo y la acetona (Swanson, 1981). El tetracloruro de carbono es un veneno acumulativo, aún sus vapores (Swanson, *op. cit.*, Brasier, 1988), por lo cual no se sugiere su uso para la extracción de hidrocarburos de el lodo de emulsión inversa.

PROCESADO

Material de cristalería y laboratorio:

Vasos de precipitados de 30 a 50 ml

Cajas de Petri de vidrio

GUÍA DE TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL PROCESADO DE MUESTRAS DE CANAL PARA EL ANÁLISIS BIOESTRATIGRÁFICO CON NANOFÓSILES CALCÁREOS

Agitadores de vidrio de 8 cm
Pipetas Pasteur del número 5
Portaobjetos de 26 x 76 mm
Cubreobjetos de 24 x 50 mm
Fascos goteros
Morteros con mango (del no. 3 para macerar calizas)
Pinzas de disección sin dientes
Agujas de disección
Bulbos para pipeta Pasteur
Placa de porcelana para diferentes litologías
Parrilla eléctrica con temperatura regulable
Microscopio estereoscópico y petrográfico
Etiquetas blancas engomadas
Papel aluminio
Cucharas desechables de plástico
Pizeta de 500 ml.
Horno con termostato regulable a 70°C

Reactivos:

Alcohol isopropílico
Cloroformo
Ácido Clorhídrico al 10 %
Agua destilada
Resina sintética al 60 % en Xilol Syntex

Método

Consideraciones previas al procesado de las muestras:

- a) La limpieza durante el procesado de muestras y la elaboración de láminas es esencial para evitar la contaminación de una muestra con otra, ya que los nanofósiles calcáreos son de un tamaño muy pequeño (2 a 25 μ). Por lo tanto antes de procesar la muestra el material con que se va a trabajar debe de ser limpiado escrupulosamente. La limpieza del material de cristalería se realizará sumergiendo el mismo en una solución de HCl al 10 % manipulando cuidadosamente con guantes de caucho y se deja reposar de 12 a 24 hrs. (Augousti, R.M., 1988) posteriormente se lava con agua y jabón y se deja escurrir. Asimismo, se limpiará con agua y toallas desechables la mesa de trabajo en donde se elaborarán las láminas.
- b) Evitar los vapores o exposición prolongada a los reactivos (ácidos, solventes y resinas) durante el proceso, ya que son tóxicos.
- c) Evitar tocar la muestra que se esté procesando con el gotero o pizeta que contengan los reactivos, ya que existe el riesgo de contaminar el reactivo con ésta.

Procesado de muestras de canal y la elaboración de láminas para el estudio de nanofósiles calcáreos:

- 1.- Definir los intervalos arcillosos del pozo con ayuda del registro de rayos gama y / o potencial espontáneo, además de su informe litológico.
- 2.- Seleccionar las muestras de los intervalos escogidos dependiendo de la amplitud y de la importancia del intervalo en cuestión (cada 5 a 10 m si es un intervalo reducido y problemático estratigráficamente, pero con posibilidad de que tenga nanofósiles determinativos de edad de 15 a 20 m si el intervalo es amplio y controlado estratigráficamente con otros grupos fósiles).
- 3.- Colocar una pequeña parte de la muestra (una cucharadita de 5 mg) en una caja de Petri y se extiende.

Nota: El siguiente paso se omite para muestras enjuagadas y lavadas.

- 4.- Enjuagar cuidadosamente la muestra con agua destilada (si la muestra es muy arcillosa agregar algunas gotas de alcohol isopropílico en el agua) de 2 a 3 veces escurriendo el exceso de líquido en otro recipiente, con la finalidad de quitar el lodo (base agua o base aceite).
- 5.- Observar al microscopio estereoscópico las diferentes litologías (si la muestra se ha secado agregar varias gotas de alcohol isopropílico para humedecerla sin ablandarla más), y separar las esquirlas de las diferentes rocas en los diferentes compartimentos de la placa de porcelana.
- 6.- Probar el contenido de carbonato de calcio en cada una de las esquirlas contenidas en la placa de porcelana para identificar las diferentes litologías de la muestra; se agrega una gota de HCl al 10 % a cada esquirla y se registran los resultados. En sedimentos de plataforma externa - cuenca el contenido nanoflorístico fósil es casi siempre directamente proporcional al contenido de carbonatos en la muestra (lutitas 90 - 95 % y margas 80 - 90%).
- 7.- Una vez identificadas las diferentes litologías de la muestra y comprobado su contenido de carbonatos, se seleccionan las esquirlas limpias (contenidas en la caja de Petri) para cada intervalo arcilloso escogido previamente, colocando éstas en un vaso de precipitados etiquetado (aprox. 5 a 8 esquirlas por vaso de precipitados).

Nota: Los pasos 8 y 9 se omitirán en muestras con lodo base agua y muestras lavadas.

- 8.- Las esquirlas deben ser procesadas tan limpias como sea posible (Perch - Nielsen, 1989), para lo

cual, se agrega el solvente (clorofonno) dentro de el vaso de precipitados cuidando que todas las esquirlas queden sumergidas. Cubrir el vaso con papel aluminio y dejar reposar 3 hrs. Es conveniente confirmar durante este tiempo si el clorofonno no se ha evaporado, de ser así, agregar el necesario para cubrir a la muestra.

- 9.- Agregar agua destilada a la muestra y tirar la emulsión, procurando conservar las esquirlas. Agregar agua destilada al vaso de precipitados, enjuagar y tirar esta mezcla de la misma forma, repetir este último procedimiento hasta conseguir que las gotas de aceite adyacentes a las esquirlas sean eliminadas.
 - 10.- Con el agitador macerar suavemente la muestra en el vaso de precipitados (muestras suaves como lutitas y margas).
En el caso de muestras duras como las calizas el macerado se realiza en morteros de porcelana y después se vierte el contenido en un vaso de precipitados.
 - 11.- Agregar agua destilada al vaso de precipitados de 30 ml (1/3 a 2/3 de la totalidad del vaso), y agitar durante 30 seg.
 - 12.- Se toma una parte de la muestra preparada con la pipeta Pasteur y se colocan unas gotas en el cubreobjetos.
 - 13.- El cubreobjetos que contiene la muestra se deja secar en la parrilla (limpiada previamente con papel desechable y agua) a una temperatura aproximada de 70° C de tal forma que seque uniformemente sin que se produzcan burbujas.
 - 14.- Ya seca la muestra se le agregan al cubreobjetos (que contiene la muestra procesada y secada), 2 gotas de resina y éste se coloca sobre el portaobjetos. Se etiqueta la lámina y es entonces posible la observación rápida al microscopio petrográfico a 40 x para comprobar que la muestra contenga nanofósiles calcáreos.
 - 15.- Dejar secar la lámina en horno a una temperatura de 70° C, durante 8 hrs, o en parrilla eléctrica a la misma temperatura durante 6 días.
 - 16.- La lámina ya perfectamente seca se observa al microscopio petrográfico a 100 x, en donde se analizan se cuantifican y se toman fotografías de las diferentes especies que contenga la muestra.
- Nota importante: Para cada muestra que se prepare se deberán repetir todos los pasos de limpieza para evitar contaminación.

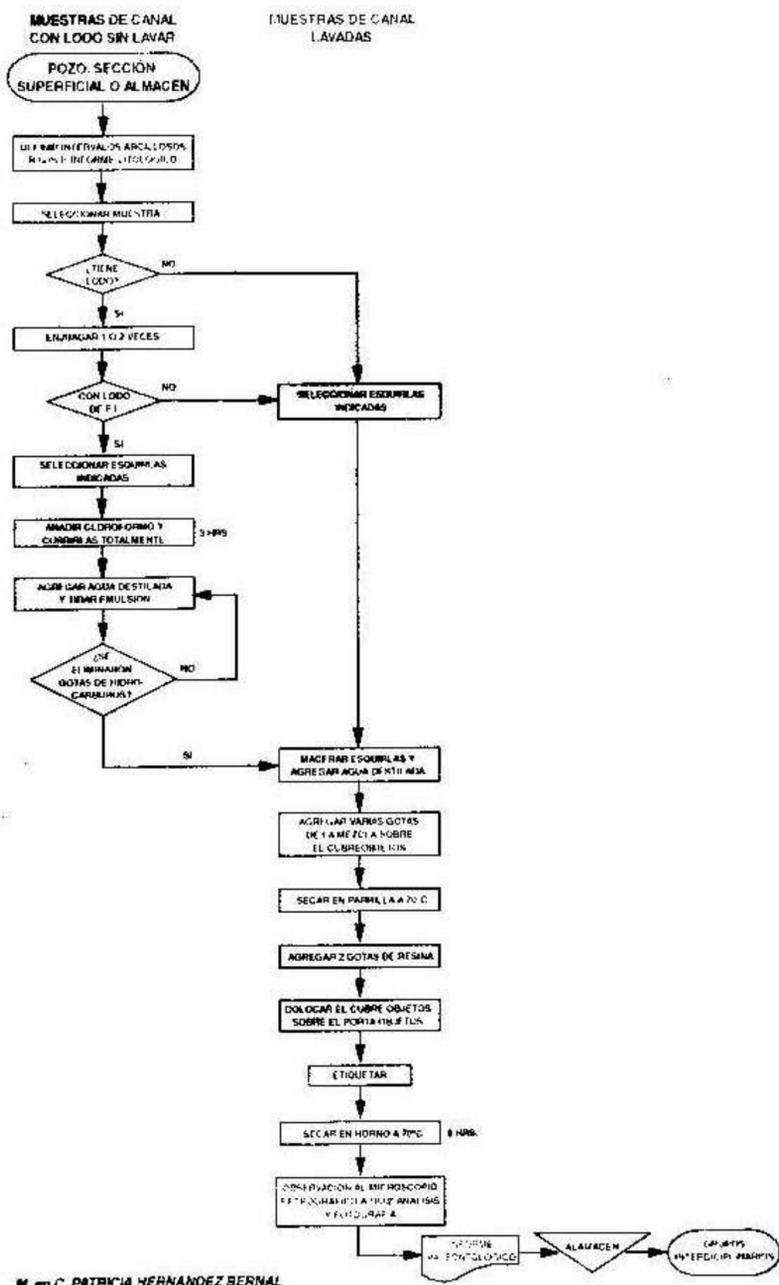
Técnica rápida de untado:

Otra opción al punto 10 para muestras suaves como lutitas y margas es colocar 1 esquirla con las pinzas de disección sobre el portaobjetos, después de lo cual se macera suavemente con el agitador. Se agrega 1 gota de agua destilada, se mezcla y se unta la muestra al portaobjetos con el agitador (horizontal) hasta dejar una película fina, procurando que las partículas de mayor tamaño queden en los extremos del portaobjetos (Perch - Nielsen, 1989). Se continúan los procedimientos del inciso 13 al 16.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Al tratar sistemáticamente a las muestras de canal con este tipo de técnicas, se reducen los riesgos de contaminación, ya que al limpiar a la muestra del lodo (base agua o de

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESADO DE MUESTRAS DE CANAL PARA ESTUDIOS CON NANOFÓSILES CALCÁREOS



emulsión inversa se facilita el análisis bioestratigráfico del conjunto nanoflorístico calcáreo, reduciendo el porcentaje de contaminación por caídos de intervalos ya perforados del pozo. Esto se optimiza al escoger a las esquirilas correspondientes de cada intervalo arcilloso seleccionado con base en el registro de rayos gama y / o potencial espontaneo ademas del informe litológico del pozo.

Por otro lado, se ha advertido que al limpiar a las muestras del lodo de emulsión inversa, se facilita la visualización de estructuras de los nanofósiles calcáreos, que de otra manera sería casi imposible observar. por el efecto lechoso que provocan los hidrocarburos del lodo de emulsión inversa y de la materia orgánica "in situ".

LÁMINA 1

HALO LECHOSO INDICANDO PRESENCIA DE HIDROCARBUROS DEL LODO DE EMULSIÓN INVERSA EN LA MUESTRA

1.- Halo lechoso (40) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, Pol. , 110 seg., R: 9789, Ektar 25.

2 y 3.- *Coccolithus pelagicus* (10) con halo lechoso alrededor. Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, Int. 3345 - 3350 m, Pol. , 41 seg., R: 9789, Ektar 25.

4.- *Sphenolithus anarrhopus* (3 - 3.5) con halo lechoso. Pozo Agave 221 - A, desv., N - 1, P.M., 4175 - 4184, Pol., 1.25 seg., R: 9082, Fujicolor super hgv 400.

5.- Halo lechoso (16). Pozo Agave 221 A, desv. Int. 4100 - 4105 m, Pol., 101 seg. , R: 9789, Ektar 25.

6.- Halo lechoso (17). Pozo Agave 221 A, desv. Int. 4100 - 4105 m, Pol. , 35 seg. , R: 9789, Ektar 25.

7.- Halo lechoso (17). Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, Pol., 25 seg., R: 9789, Ektar 25.

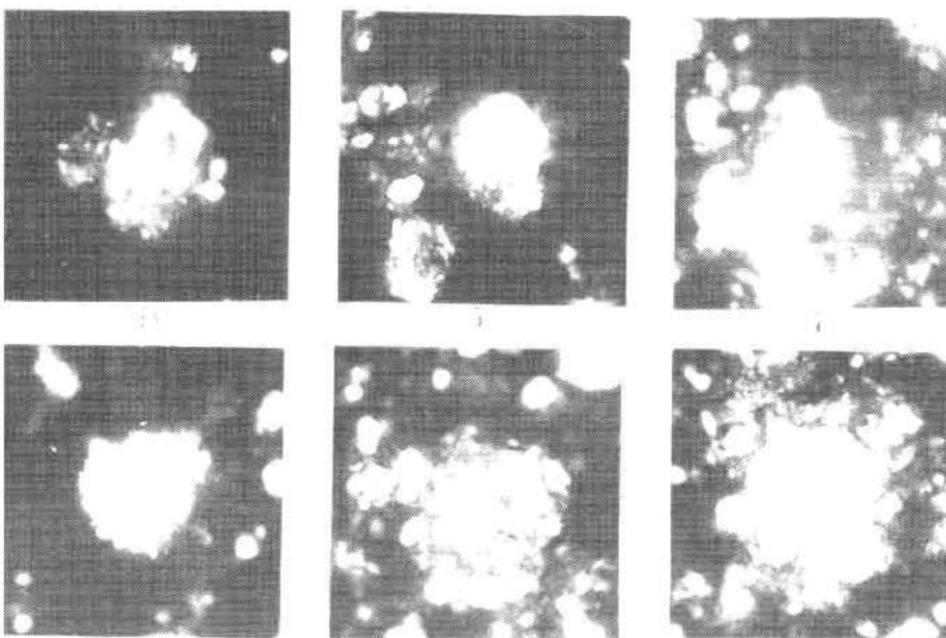
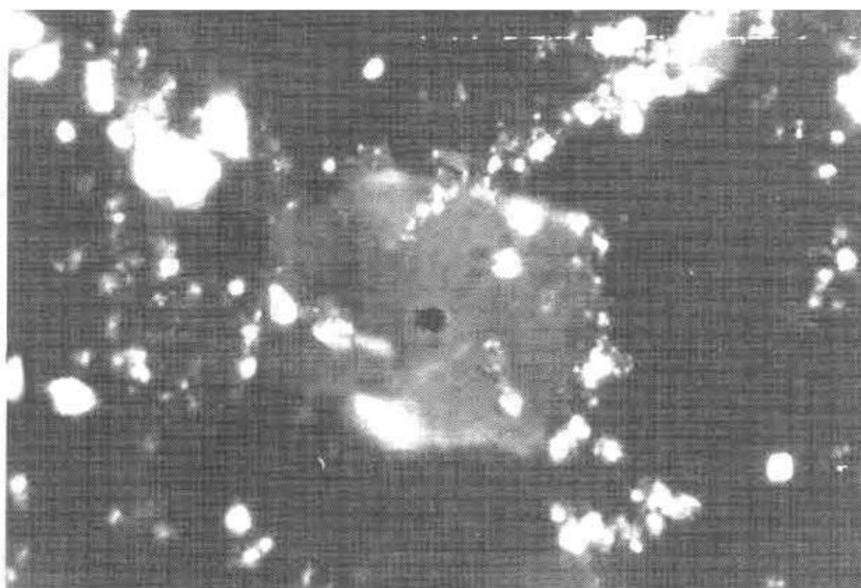
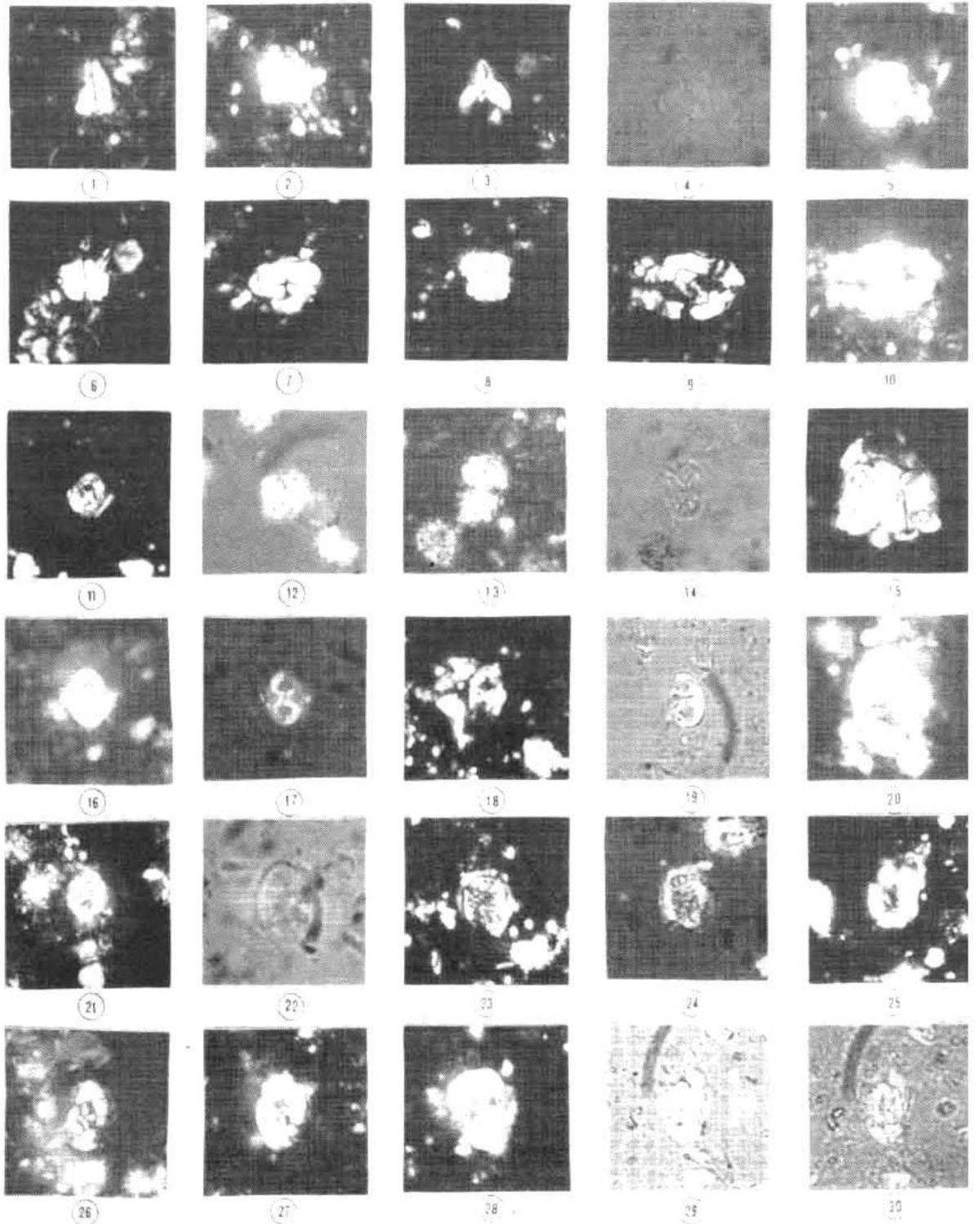


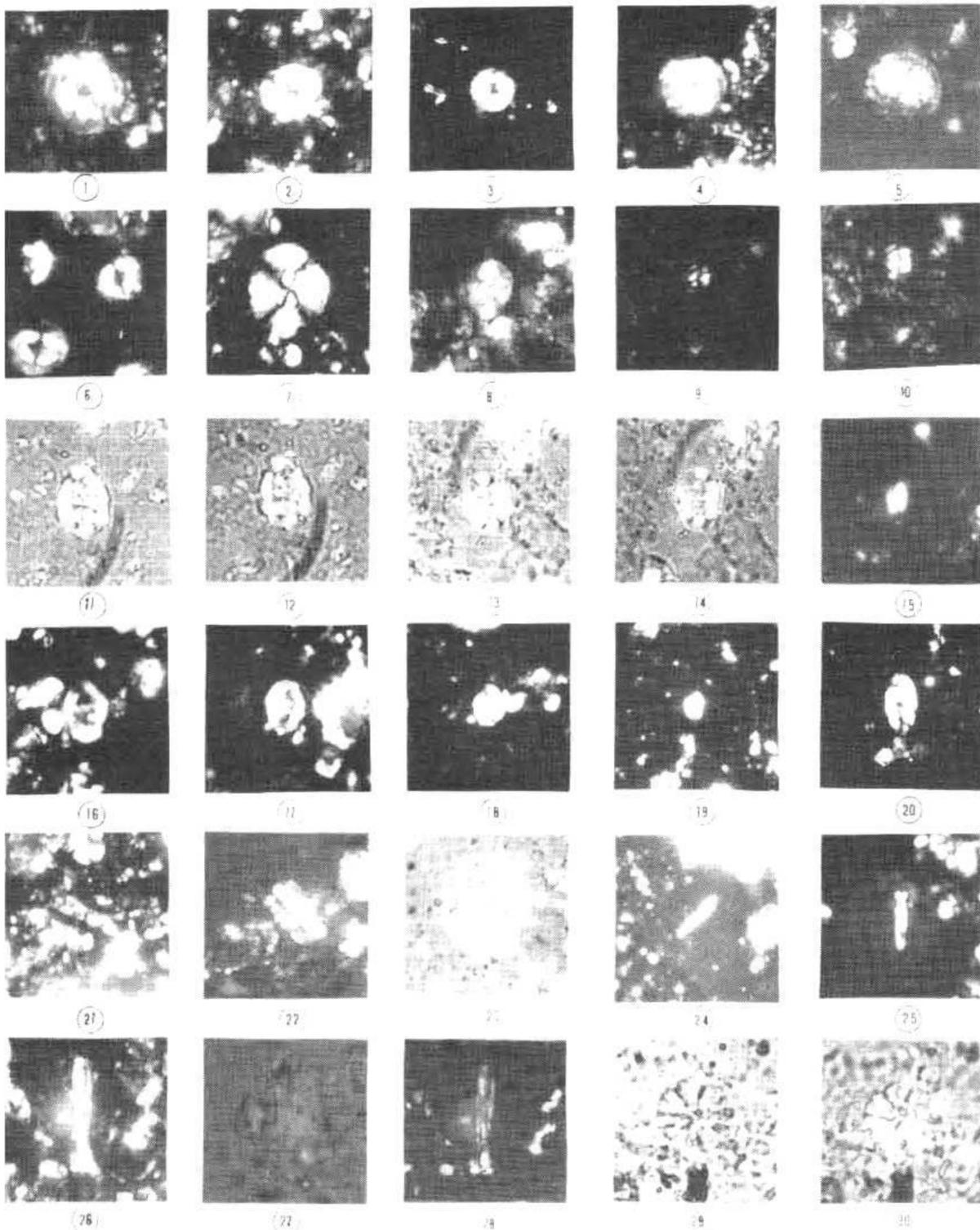
LÁMINA II

- 1 y 2.- *Zygrhablithus bijugatus* (6 y 4) Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3276 m, R: 8473, Pol, Neopan 100 y R: 4355, Pol. 37 seg., Kodak Gold Plus 100, F. 37 y 20.
- 3 y 4.- *Ceratolithoides aculeus* 90 (7) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3315, R: 8473, Pol. y Pol. difusor, 51 y 1.51 seg., Neopan 100, F. 34.
- 5.- *Ceratolithoides kamptneri* (6). Pozo Solosuchil - 1A, Int. 3276 m, R: 3276, Pol., 51 seg; R: 4355, Kodak Gold Plus 100, F. 18.
- 6.- *Semihololithus sp.* (5) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., 30seg., Ilford Panf 50 dx, F. 35 A.
- 7.- *Calculites ovalis* (12) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., 31 seg., Ilford Panf 50 dx, F. 31 A.
- 8.- *Micula decussata* (7) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., 10 seg. Ilford Panf 50 dx, F. 12 A.
- 9 y 10.- *Helicosphaera obliqua* (11) Pozo Solosuchil 1A, Int. 3276 m, R: 8473, Pol., 43 seg., Ilford Panf 50 dx, F. 35; Kodak Gold Plus 100, F. 25.
- 11 y 12.- *Prediscosphaera cretacea* (4) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., F. 26 A; Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, R: 6220, Pol., 71 seg., Fujicolor Super hgv 400, F. 6.
- 13 y 14.- *Prediscosphaera majungae* (11) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3315, R: 8473, Pol. y Pol. y difusor, 57 y 8.3 seg., Neopan 100, F. 12 y 14.
- 15.- Prob. *Chiastozygus armatus* (9) vista lateral. Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3, R: 9945, Pol., Ilford Panf dx 50, F 29 A.
- 16 y 17.- *Chiastozygus amphipons* (5 .5) Pozo Cerro Nanchital - 9, int 900, R: 4688, Pol. y placa de cuarzo, 133 y 20 seg., Kodak Gold Plus 100, F. 0 y 2.
- 18.- *Chiastozygus litterarius* (7) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3, R: 9945, Pol., 54 seg, Ilford Panf dx 50, F. 27 A.
- 19.- *Neochiastozygus cf. dubius* (7) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, R: 6220, Pol., 18 seg., Fujicolor Super hgv 400, F. 1.
- 20.- *Neochiastozygus concinnus* (11) Pozo Solosuchil - 1A, int. 3276 m, R: 4355, Kodak Gold Plus 100, F. 10.
- 21.- *Neochiastozygus sp.* (8) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3345 - 3350 m, R: 9789, Pol., 131 seg. Kodak Ektar 25, F. 16.
- 22.- *Eiffelithus turriseiffelii* (9.5) Pozo Cerro Nanchital - 9, Int. 900 m, R: 4688, Pol y difusor, 43 seg, Kodak Gold Plus 100, F. 10.
- 23 y 24.- *Cribrosphaerella ehrenbergii* (8) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., Ilford Panf 50, F.20 A; Pozo Cerro Nanchital - 9, Int. 900 m, R: 4688, Placa de cuarzo, 74 seg., Kodak Gold Plus 100.
- 25.- *Cretarhabdus ficulus* (6) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3, R: 9945, 41 seg., Ilford Panf dx 50, F. 10 A.
- 26 y 27.- *Cruciplacolithus primus* gde. (7) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3315 m y 3276 m, R: 8473 y 4355, 100 y 94 seg, respect., Neopan 100 y Kodak Gold Plus 100, F. 21 y 3.
- 28.- *Cruciplacolithus tenuis* (9) Pozo Solosuchil - 1A, Int. 3276 m , R: 4355, Pol., 34 seg., Kodak Gold Plus 100, F. 17.
- 29 y 30.- *Cruciplacolithus cf. primus* (9) Solosuchil - 1 A, Int. 3315, R: 7166, Pol., seg.; Placa de cuarzo 15 seg, F. 7 A y 8A.



LAMINA III

NANOFÓSILES CALCÁREOS DE MUESTRAS LIMPIAS DE HIDROCARBUROS DEL LODO DE EMULSIÓN INVERSA



- 1.- *Ericsonia subpertusa* (6.5 μ) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3276, R: 4355 m, Pol., 36 seg., Kodak Gold Plus 100, F. 12.
- 2.- *Cyclagelosphaera alta* (8 μ) Pozo Agave 221 - A, desv., Int. 4100 - 4105 m, R: 9789, 72 seg., Ektar 25, F. 27.
- 3.- *Cyclagelosphaera* sp. (6.8 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., 13 seg., Ilford 50, F. 13 A.
- 4, 5 y 6.- *Coccolithus pelagicus* (8 μ) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, Ektar 100, F.19, Int. 3315 m, Rollo: 8473, 55 seg., Neopan 100; Int. 3345 - 3350 m, R: 9789, F. 19 y 25.
- 7.- *Watznaueria barnesae* (9 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Ilford Panf 50, F. 17 A.
- 8.- *Hornibrookina edwardsii* (7.3 - 2.4 μ) Pozo Agave 221 - A, desv., Int. 4100 - 4105 m, R: 9789, Pol., 131 seg., Ektar 25, F. 23.
- 9, 10 y 15.- *Biscutum ? parvulum* (3.5 - 4 μ) R: 8473, Pol., 43 seg., F.35; R: 4355, F.25; Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3276 m, Pozo Agave 221 A, Int. 2430 - 2440 m, 37 seg.
- 11 y 12.- *Arkhangelskiella cymbiformis* (9 μ) Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3315 m, R: 7166, Pol. y Placa de cuarzo, 36 y 15 seg, F. 5A y 6A.
- 13 y 14 *Broinsonia enormis* (7.5 μ) Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3315 m, R: 7166, Pol. y Placa de cuarzo, 20 y 7.97 seg., F. 3A y 4A.
- 16.- *Reinhardtites anthoporus* (6 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, R: 9945, 52 seg., Ilford Panf dx 50, F. 7A.17.- *Zygodiscus bicrescenticus* (5 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361, R: 9945, 17 seg., Ilford Panf dx 50, F. 7A.
- 18.- *Zygodiscus minimus* (4 μ) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Pol., 52 seg., Ilford Panf dx 50, F.7A.
- 19.- *Zygodiscus spiralis* (3.5 μ) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3353 - 3361 m, R: 6681, 0.45 seg., Fuji 400, F.16 A.
- 20.- *Orastrum asarotum* (6.5 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, 53 seg., Ilford Panf 50, F. 23 A.
- 21 y 22.- *Microrhabdulus decoratus* (10 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3, R: 7224, Fujicolor 400; Pozo Solosuchil - 1, Int. 3315, R: 8473, 45 seg., Neopan 100, F. 27 y 32.
- 23 y 24.- *Microrhabdulus belgicus* (3.5 y 9 μ) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3290 - 3295 m, R: 6220, 1.48 seg., Fujicolor Super hgv 400; Pozo Cerro Nanchital - 9, Int. 900, F. x y 4.
- 25.- Indeterminado (6.5 μ) Pozo Solosuchil - 1, N - 1, Int. 3353 - 3361.3 m, R: 9945, Ilford 50, F. 24 A.
- 26, 27 y 28.- *Rhabdolithus solus* (10 μ) Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3276, R: 4355, Kodak Gold Plus 100; Pol., Pol difusor y Placa de cuarzo, F. 0, 00A y 1.
- 29 y 30.- *Discoaster mohleri* (10 μ) Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3315, R: 7166, Luz natural (0.99 seg.), Placa de cuarzo (14 seg.)

LAMINA IV

NANOFÓSILES CALCÁREOS DE MUESTRAS LIMPIAS DE HIDROCARBUROS
DEL LODO DE EMULSIÓN INVERSA

1 y 2.- *Sphenolithus spiniger* (4 μ) Pozo Agave 221 A, desv., Int. 4100 - 4105 m, R: 9730, 44 y 45 seg., Ilford 50, F. 19 y 20.

3.- *Sphenolithus pseudoradians* (8 μ) Pozo Agave 221 A, desv., Int. 4010 - 4015 m, Ilford 50, F. 11.

4 y 5.- *Sphenolithus pseudoradians* (6 μ) Pozo Agave - 221 A, desv., Int. 4100 - 4105 m, R: 9730, Ilford 50, F. 25 y 23.

6 y 7.- *Sphenolithus primus* (4 μ) Pozo Solosuchil - 1, Int. 3345 - 3350 m, R: 9789, 182 seg. Kodak Ektar 25, F. 18; Pozo Solosuchil - 1, Int. 3276 m, R: 4355, 238 seg., Kodak Gold Plus 100, F. 11.

8.- *Sphenolithus anarrhopus* (3 μ) Pozo Agave 221 A, desv., Int. 4100 - 4105 m, 126 seg., Kodak Ektar 25, F. 28.

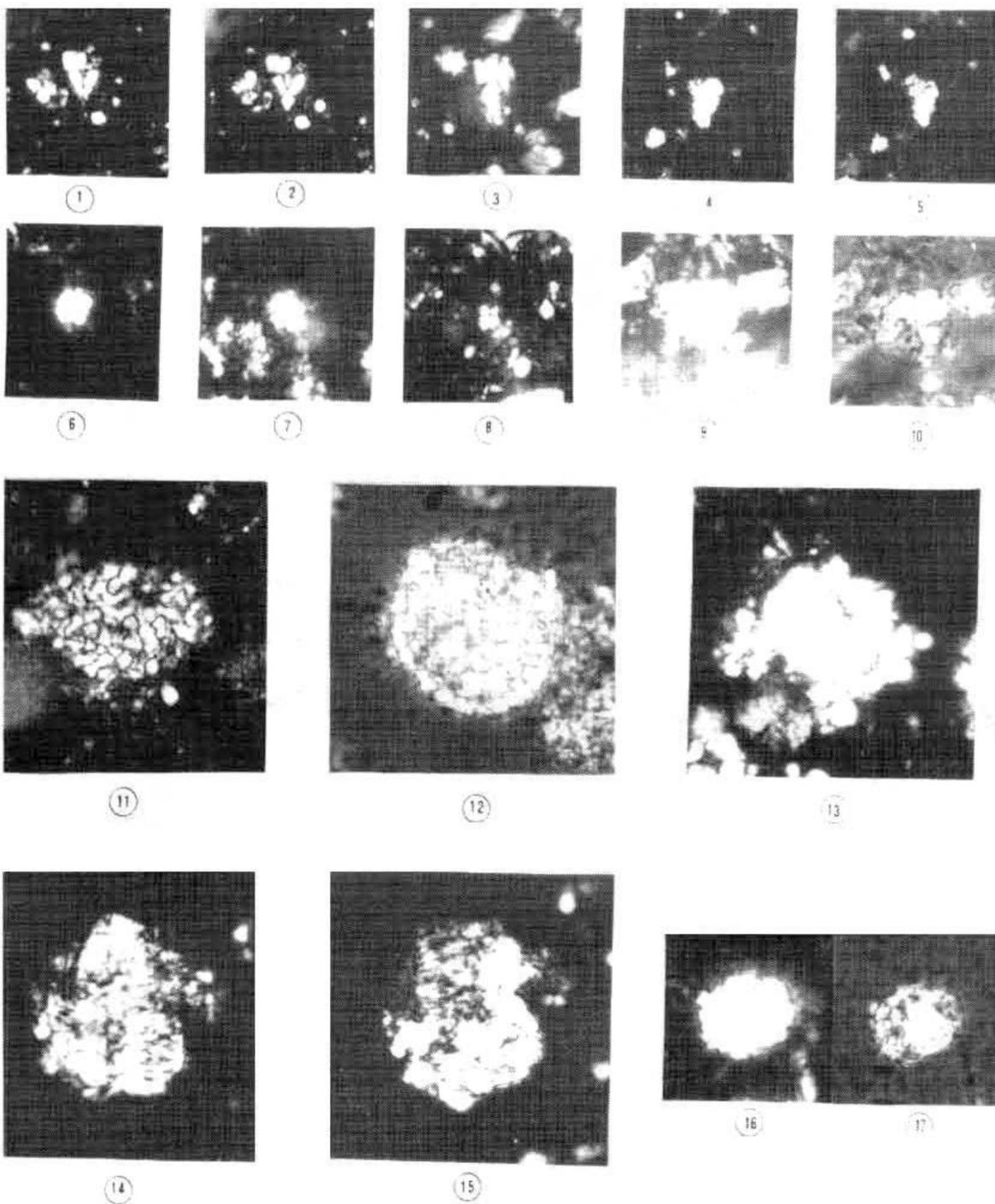
9 y 10.- *Braarudosphaera speetonensis* (9 μ) Pozo Agave 221 - A, Int. 4115 - 4120 m, R: 9733, Pol. - 2.39 seg; Placa de cuarzo - 1.53 seg., F.A 0 y A00.

11.- *Thoracosphaera* sp. (21 μ) Pozo Solosuchil - 1A, Int. 3276 m, R: 8473, Pol., 36 seg., Neopan 100, F. 36.

12 y 13.- *Thoracosphaera operculata* (17 μ) Pozo Solosuchil 1A, Int. 3276 m, R: 4355, Placa de cuarzo - 55 seg., Pol. - 102 seg., Kodak Gold Plus 100, F. 23 y 24.

14 y 15.- *Nannoconus colomi* (17 μ) Pozo Solosuchi - 1 A, N - 2, Int. 5320 - 5327 m, P.M., R: 9945, Pol. 45 y 24 seg., Ilford 50, F. 5A y 3A.

16 y 17.- *Cocosfera* (8 μ) Pozo Solosuchil - 1 A, Int. 3276 m, R: 4355, Pol. - 30 seg, Placa de cuarzo - 55 seg., Kodak Gold plus 100, F. 8 y 7.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a las autoridades correspondientes de PEP Región Sur por el apoyo brindado para la presentación de este trabajo.

Asimismo agradezco profundamente a todos aquellos compañeros, colegas y amigos, quienes de manera entusiasta dieron su apoyo solidario e hicieron críticas constructivas y sugerencias para que este trabajo pudiera desarrollarse.

En especial agradezco a la Bióloga Corazón Olivera Ortega por su participación en la realización de la 1a edición, así como al Biólogo Alfredo Saynes Vásquez por la realización de la 2a edición, lectura y musicalización del presente trabajo en diaporama. De igual forma agradezco al Biólogo Amulfo Díaz Puebla sus acertados consejos y parte del trabajo fotográfico que esquematiza el presente trabajo en el diaporama.

Ing. Fernando López Arriaga	Subgerente de Operación Geológica
Ocean. Jorge E. Lugo Rivera	Líder del Grupo de Paleontología
Biól. Juan José Velaseo Torres	Paleontología
Biól. Nohemí Hernández Reyes	Paleontología
Dra. Blanca E. Buitrón Sánchez	Paleontología. Inst. Geología UNAM
Ing. Héctor A. Mandujano Santiago	Perforación.
Ing. Guillermo Mora Oropeza	Líder Gpo. Interdisciplinario Cuichiapa
Ing. Santos Lima Romero	Subsuelo Gpo. Interdisc. Malpaso-A
Ing. Juan Jaime Hdz. Peñaloza	Geol. Estructural, Gpo.I. Malpaso-B
Ing. Ma. de Lourdes Clara Valdés	Geoquímica
Ing. Alfredo Aguilar Rodríguez	Geoquímica
Ing. Ariadna P. Márquez Ramírez	Computación y Sistemas
Lic. Bertino Madrigal Jiménez	Diseño
Sra. Bertha Aldasoro Robles	Secretaria Grupo de Paleontología
Ing. Indra Toledo Coutiño	Equipo de Calidad Región Sur
Lic. Victor M. Tovar Romero	Equipo de Calidad Región Sur
Ing. Miguel A. Mtz. Ponce	Campo Sen
Sr. Lucio Ruíz Escalante	Campo Sen

Asimismo agradezco al personal técnico y manual de los Laboratorios de Yacimientos y de Ciudad Pemex por su apoyo. De igual forma mi agradecimiento al personal técnico y manual del Laboratorio de Coatzacoalcos, por el apoyo y entusiasmo demostrados durante la capacitación para el procesado de muestras de canal (extracción del lodo de emulsión inversa con solventes).

REFERENCIAS

- Augusti, R.M., 1988. Palaeocene - Eocene calcareous nannofloras of Tunisia. University College London, Postgraduate Unit of Micropalaeontology, Long Project Report. August. London, 5 - 8 pp, (inédito).
- Brasier, M.D., 1988. Microfossils. University of Hull. Unwinttyman Ltd.(Ed.)London, 162 - 168 pp.
- Mandujano Santiago HA., 1996. Descripción del Proceso de perforación y Terminación de Pozos Petroleros. PEMEX Exploración y Producción, Región Sur, Subgerencia de Perforación, Villahermosa, Tab. 5 pp, (inédito).
- Perch - Nielsen, K. 1989. Mesozoic Calcareous nannofossils. *In* Bolli, H.M. *et al.* (Eds.) Plankton Stratigraphy, Cambridge University Press. 330-331 pp.
- Swanson, R. G. 1981. Sample Examination Manual Methods in series. The American Association of Petroleum Geologists, Shell Oil Company Exploration Training, Tulsa, Oklahoma, 74101, U.S.A.