

POSIBLES TURBIDITAS DEL CRETACEO INFERIOR (MIEMBRO SOCOTA) EN EL AREA DE ANAPOIMA (CUNDINAMARCA)

Una investigación sedimentológica basada en registros gráficos ¹
HEIDER POLANÍA J. ² y GUSTAVO RODRÍGUEZ O. ³

CONTENIDO

Resumen

INTRODUCCION

METODOLOGIA

Introducción y propósito.

Registro de campo.

Propiedades megascópicas de las capas.

Laboratorio.

UBICACION GEOLOGICA

Estratigrafía.

Formación La Naveta.

Grupo Villeta.

Formación Trincheras.

¹ Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de Geólogo, junio de 1974.

² Departamento de Geología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

³ Departamento de Geología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Dirección actual: Texas Petroleum Company, Bogotá.

Formación Socotá.
Miembro Socotá.
Perfiles investigados.
Formación Hiló.
Formación La Frontera.
Grupo Guadalupe.
Tectónica.

DATOS SEDIMENTOLOGICOS

Figuras externas.
Estructuras internas.
Análisis comparativo con la secuencia de BOUMA.
Fósiles.
Concreciones.
Nódulos.

ANALISIS ESTRATIGRAFICO

Relaciones de Facies.
Relaciones laterales.
Relaciones estratigráficas.
Origen y transporte.

ANEXO

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

La investigación de cinco secciones estratigráficas por medio de registros gráficos, permite proponer como una Variedad Turbidítica el Miembro Socotá (Aptiano superior), cuya ubicación geológica se define claramente.

Las figuras externas están relativamente ausentes y sólo aparecen algunas de las formadas por objetos que transportaron las corrientes. Las originadas por la corriente misma son mucho más escasas. La laminación, a diferencia de las otras estructuras internas observadas, viene a ser la característica más sobresaliente y común. Es algo semejante a la División (D) de una secuencia de Turbidita ideal. Los fósiles y concreciones también aparecen registrados ampliamente a través de los perfiles.

Las relaciones laterales de facies demuestran que el depósito turbidítico aumenta de espesor hacia el norte del área estudiada, y se adelgaza y bifurca hacia el sur. Las relaciones estratigráficas indican, en general, cierta inestabilidad para las áreas de aporte y de sedimentación. Esta última se desarrolló en aguas someras. Los sedimentos provendrían de zonas distantes y localizadas al NNE y NNW. El transporte se efectuó bajo condiciones de corrientes densas con gradiente bajo y predominio de flujo laminar.

INTRODUCCION

Este trabajo fue realizado en la región de Anapoima (Departamento de Cundinamarca) (Fig. 1). Se había hecho observaciones geológicas interesantes del área, en especial las de BÜRGL (1955) y HUBACH (1931). Un estudio sedimentológico detallado sobre las areniscas calcáreas del Miembro Socotá (Aptiano Superior) (CÁCERES, C. y ETAYO, F., 1969, p. 5) fue propuesto por estos últimos, idea acogida y ejecutada por los autores.

Se consideró esencial el empleo de registros gráficos, localizándose los puntos de mayor interés litológico (Fig. 2). El análisis fue eminentemente macroscópico, a excepción de algunas descripciones microliológicas. En cuanto a la representación gráfica se consideró de importancia utilizar en campo una escala 1:10 para la sección tipo (Q. Socotá, complementada con la sección sobre la carretera Anapoima-Apulo, vereda Apicatá) y una escala menor para las otras secciones, según las condiciones de exposición.

La finalidad de este trabajo sería comprobar la presencia o no de Turbiditas en esta región (CÁCERES, C. y ETAYO, F., 1969, p. 5), y establecer un elemento de referencia para estudios posteriores sobre la misma área u otra diferente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al doctor Carlos Cáceres, quien más directamente dio su apoyo para la realización de este trabajo. A la doctora Diana Gutiérrez (Ingeominas) por la determinación de fósiles, y al CEMAV por su colaboración con gran parte del material fotográfico. También agradecen al doctor Fabio Cediell la lectura y comentarios del manuscrito.

METODOLOGIA

Introducción y propósito.

Se ha seleccionado la información disponible sobre el tema a tratar, para registrar adecuadamente los datos de campo y laboratorio.

La metodología utilizada es tomada esencialmente de STANLEY y BOUMA (1964), y BOUMA (1962). Se pretende en primer lugar la unificación de estudios posteriores de este tipo, y en segundo lugar, que haya un menor margen de error al hacer correlaciones con perfiles vecinos o distantes, de tal manera que exista una herramienta útil para definir

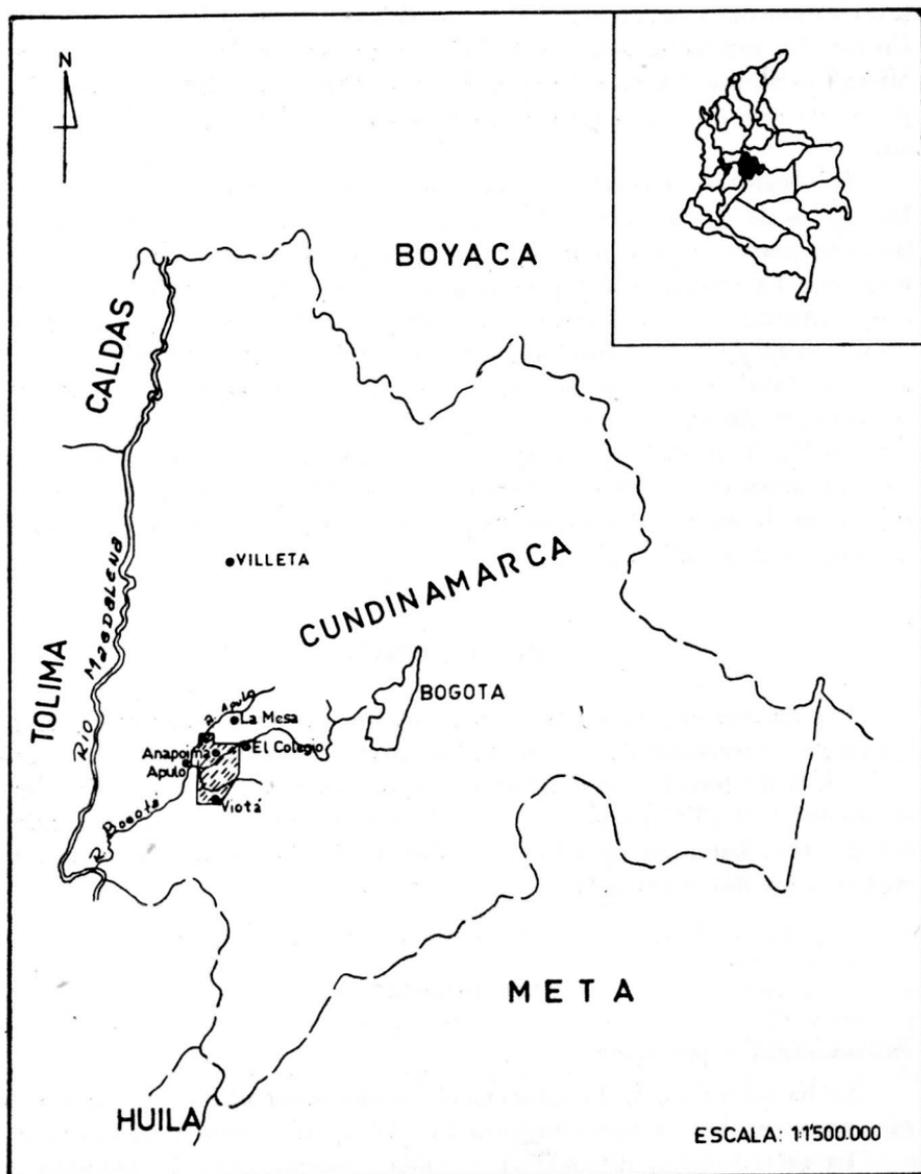


Fig. 1 LOCALIZACION DEL AREA

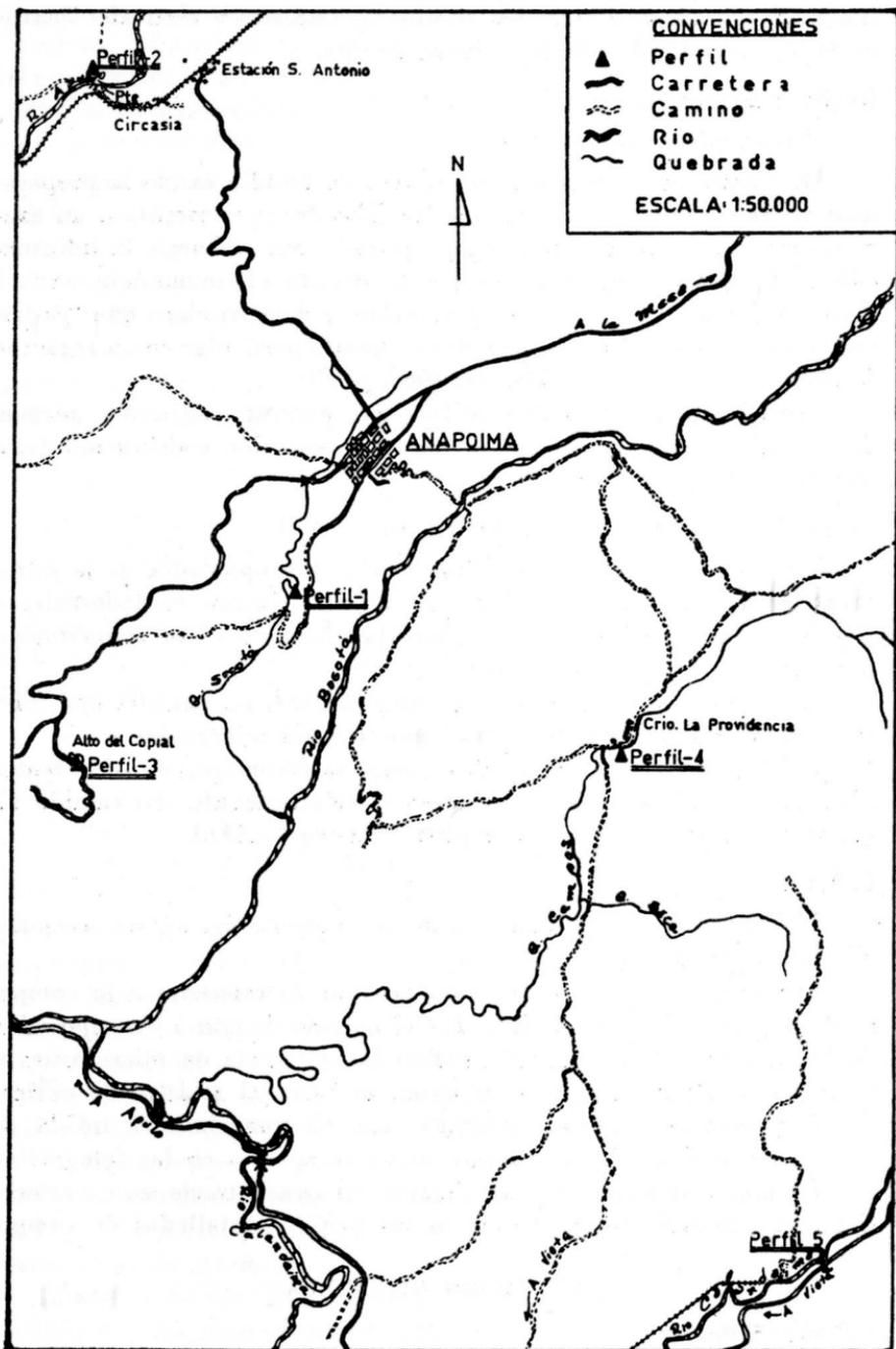


Fig. - 2 LOCALIZACION DE PERFILES

litofacies y predecir variaciones litológicas laterales y verticales dentro de la misma zona de estudio o fuera de ella.

Registro de campo.

Procesamiento de datos.

Una visita de reconocimiento al área de estudio exigió la preparación de un cuadro (posteriormente modificado) que facilitara un examen más crítico en el menor tiempo posible. Sin embargo, la información no fue tan variada como se esperaba debido a la monotonía vertical de los perfiles analizados. Con lo anterior se deja en claro que "es tan importante registrar la ausencia de un detalle particular como registrar su presencia" (STANLEY y BOUMA, 1964, p. 37).

Los códigos o simbología gráfica que aparecen adjuntos, además de su fácil transcripción permitirían una posterior codificación para una computadora electrónica.

Propiedades megascópicas de las capas.

Las estructuras y figuras sedimentarias y propiedades de la estratificación asociadas con la secuencia, se investigaron cuidadosamente con la ayuda de un glosario elaborado previamente y por comparación con algunas fotografías o figuras.

El predominio de sedimentos finogranulares no permite una diferenciación exacta de su tamaño y composición mineralógica.

Las figuras sedimentarias, útiles para la reconstrucción de eventos históricos de una cuenca, están ausentes relativamente; en cambio algunas estructuras internas se repiten con regularidad.

Laboratorio.

El laboratorio comprendió estudios microlitológicos, de secciones pulidas, y de fauna.

Los primeros, además de complementar lo referente a la composición y textura, aclaran dudas sobre el tamaño de grano y composición de las laminaciones. También revelan la existencia de microfósiles u otros restos orgánicos que se suponían al hacer el registro de campo.

Las secciones pulidas permiten una observación más nítida de estructuras sedimentarias internas, como se aprecia en las fotografías.

La fauna encontrada generalmente en concentraciones características está ubicada con precisión en los perfiles detallados de campo.

UBICACION GEOLOGICA

Estratigrafía.

Por región del Tequendama se conoce una zona situada al SW de la Sabana de Bogotá, dominada por la hoya hidrográfica del río

Bogotá. Su estratigrafía, presentada en forma preliminar en el Primer Congreso Colombiano de Geología por CÁCERES y ETAYO (1969), aparece esquematizada en la Fig. 3, ampliando su descripción un poco más adelante. El área de estudio correspondiente a este trabajo está situada en la parte central de dicha región.

Formación La Naveta. Unidad propuesta por CÁCERES y ETAYO (1969), quienes la dividen en los Miembros Diamante y Bejucal, constituida esencialmente por areniscas cuarzosas.

Originalmente HUBACH (1931) dio el nombre de La Naveta a un "horizonte" que consta de "areniscas cuarcíticas y calosas, con frecuencia de niveles ripiosos y con un débil nivel de caliza conchifera en la parte baja. Además se intercalan algunos bancos de esquistos piritosos". BÜRL (1955) amplía el espesor del horizonte de 50-70 m., dados por su autor, a 160 m.; y pone en duda la edad Barremiana que le fue asignada.

Esta formación representa la litología más antigua de la región del Tequedama.

GRUPO VILLETA. Su estudio y división se encuentran bien definidos al E de Bogotá, no así al W, donde "la existencia de un gran espesor de lutitas, en las que no es posible diferenciar unidades litológicas" (JULIVERT, 1968, p. 79), dificulta su estudio.

A pesar de que JULIVERT (1968) toma la unidad en el sentido de formación, ya había sido elevada al rango de Grupo por HUBACH (1957, p. 47).

Formación Trincheras. Es la base del Villeta en la región y consta de una alternancia de bancos calcáreos y shales (CÁCERES y ETAYO, 1969, p. 5).

Formación Socotá. Está constituida esencialmente por shales y lutitas negras; dentro de ellos hay niveles arenosos calcáreos, estableciéndose en algunos puntos un definido cambio de facies a lutitas (Miembro Socotá). Todos los miembros son nuevos (CÁCERES y ETAYO, 1969, p. 5-6), a excepción del Horizonte de Esferitas, definido por HUBACH (1931) como un nivel básicamente lutítico y caracterizado por nódulos esféricos. Constituye la parte superior de la formación.

El "Miembro medio" consiste de "shales grises, marrones en superficie", y el Miembro Capotes de "alternancia de lutitas y margas y concreciones fosilíferas" (CÁCERES y ETAYO, 1969, p. 6). Ocupa la parte media de la formación.

Miembro Socotá. Esta unidad, constituida por areniscas calcáreas, arcillolitas y un gran contenido fosilífero detrítico, fue propuesta por sus autores como un depósito turbidítico por sus características comunes con las dadas para este tipo de roca por POTTER (1967, p. 20). Ocupa

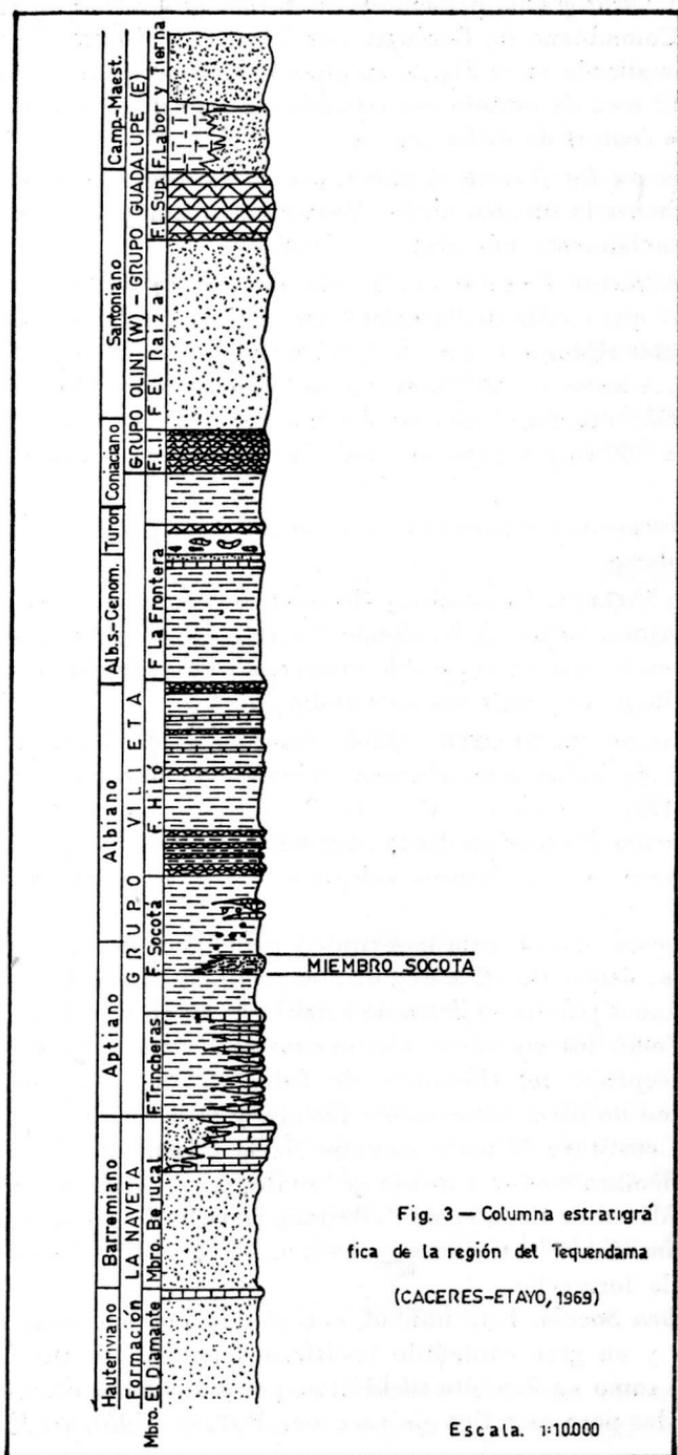


Fig. 3 — Columna estratigrá
 fica de la región del Tequendama
 (CACERES-ETAYO, 1969)

la parte inferior de la Formación Socotá, sin constituir la base que se halla conformada por shales y lutitas negras no determinadas.

Este miembro fue el objeto del estudio propuesto y su espesor determinado en la sección tipo es de 46 m. Sus límites superior e inferior son shales negros, y su posición exacta es difícil de establecer a causa de sus variaciones litológicas laterales y verticales.

Perfiles investigados. Se presentan las características más generales de cada una de las secciones detalladas del Miembro Socotá. Se elaboró a lo largo de una línea NW-SE, aproximadamente (Fig. 2), un total de cinco perfiles que aparecen adjuntos.

1. Quebrada Socotá, carretera Anapoima-Apulo (vereda Apicatá).

Corresponde a la sección tipo del área. Su levantamiento fue hecho sobre la quebrada Socotá a partir del punto denominado Pozo Azul (foto No. 1). Se complementó con las secciones elaboradas sobre la carretera que de Anapoima conduce a Apulo, en el sector correspondiente a la vereda Apicatá.

El espesor de la columna es de 86 m. La parte correspondiente entre los 35 y 71 m. fue levantada sobre la quebrada. A los 9 m. de la base siguen 13 m. cubiertos y a los 29.20 m. se tiene también 1 m. cubierto.

Los primeros 30 m. reflejan un predominio de shale negro con delgadas intercalaciones de calizas oscuras, cuyo espesor oscila entre los 10 y 30 cm. Se pasa luego a arenisca arcillosa carbonatada, que predomina hasta los 76.50 m., con niveles calcáreos fosilíferos algo espaciados. En los últimos metros hay nuevamente un predominio de shales negros con niveles calcáreos.

De grande importancia es la capa que se localiza a los 47 m. de la base. Corresponde a una arenisca gris con tonalidades pardas en superficie y de aspecto friable; ofrece además gradación positiva. A pesar de su espesor (9 cm.) es notoria su continuidad lateral y sus características distintivas del resto de la sección. Dada su facilidad de identificación en otras localidades se le tomó como capa guía (Fotos Nos. 2 y 3).

Los contactos entre las capas son definidos o planos en los primeros metros. Posteriormente se tienen contactos ondulados y planos que varían de poco definidos a definidos. La laminación paralela es la principal estructura interna y se presenta entre los 23 y 70 m. Los moldes de surco (groove moulds) (foto No. 4) son los de mayor ocurrencia.

Hay también turboglifos (flute moulds), moldes de pinchazo (prod moulds), moldes de saltación regular (skip moulds) y moldes de caballón (ridge moulds). El mayor número de estas figuras sedimentarias se presenta entre los 35 y 45 m.

Los fósiles son frecuentes y generalmente ocurren a manera de bolsadas calcáreas. (Foto No. 5).

2. Puente Circasia (San Antonio de Anapoima).

El perfil gráfico, de 57 m., se hizo sin interrupción sobre la margen derecha del río Apulo, frente al puente Circasia.

La sección es litológicamente homogénea: areniscas carbonatadas arcillosas entre los 32 y 38 m., 44 y 49 m. Hay dos figuras de base a los 1.50 m.: la primera es un molde en herradura (crescent mould, DZULYNSKI y WALTON, 1965, Fig. 66c, p. 97); la segunda es un molde de pinchazo (DZULYNSKI y WALTON, 1965, Fig. 75A, p. 109). Los fósiles son abundantes en las bolsadas características. La laminación paralela es bien observada, aunque no abundante, en los primeros 28 m., debido al lavado del río. Esto hace suponer que también esté presente en el resto de la sección y que por condiciones de exposición no se hace evidente.

3. Alto del Copial.

En el área del Alto del Copial (carretera Anapoima-La Naveta) el registro gráfico consta de 87 m. levantado sobre un mismo afloramiento. No se encontró excepciones en cuanto a las características de estructuras internas y figuras sedimentarias de la sección tipo; por el contrario, su número y variedad decrecen notablemente.

Está representado en sus primeros 46 m. por shales negros con pequeñas intercalaciones de areniscas que no sobrepasan los 30 cm. A partir de allí hasta los 66 m., el predominio es de areniscas fino-granulares. A los 52.50 m. está perfectamente definida la arenisca guía (foto No. 6), con un espesor de 12 cm., que se mantiene constante. Las siguientes capas constan esencialmente de shales oscuros. No se observan marcas de base. La estratificación gradada positiva se observó únicamente a los 61.70 m. A excepción de ésta y la laminación paralela, no se presenta ningún otro tipo de estructura interna.

4. Quebrada Campos.

Se localiza esta sección en el cruce del camino a Viotá con la quebrada Campos, cerca al caserío La Providencia.

Los primeros 10 m. constan de arenisca carbonatada y los 2.30 m. últimos son de arenisca. El color, al igual que en las secciones anteriores, es gris oscuro a negro. Los contactos son planos con transición gradual y lenta. La laminación paralela es la estructura de mayor importancia y predomina en los 6 primeros metros. Los moldes de saltación regular están a los 8.50, 9.30, 12.80 y 13 m. Los fósiles, en su ma-

yoría como fragmentos, se concentran a manera de bolsadas de 7 X 3 cm. de tamaño promedio.

5. Pueblo Piedra - Río Calandaima.

Comprende este perfil un afloramiento de 15.50 m. de espesor sobre el río Calandaima, al sur de la localidad denominada Golconda.

En los primeros 2.50 m. hay alternancia de shales negros con bancos calcáreos fosilíferos de 20 a 30 cm. de espesor. A partir de los 6 m. aparecen intercalados con los shales capas de arenisca entre 20 y 40 cm. de espesor. Los contactos entre las capas son en los primeros 2 m. ondulados y netos, luego se tiene contactos planos con transición gradual y lenta, y netos. Como estructura interna y en forma muy escasa se presenta la laminación paralela. Las figuras externas están ausentes.

Formación Hiló. HUBACH, su autor, la definió como el horizonte de Hiló, constituido por "liditas, pizarras y liditas pizarrosas, con intercalaciones de esquistos" (1931, p. 47); BÜRGL también lo cita en el sentido de su autor, pero constituido por "margas calcáreas y negras, muy bien estratificadas por rocas arcillosas y por esquistos arcillosos y calcáreos" (1955, p. 16-17).

CÁCERES y ETAYO (1969, p. 6) lo elevan a la categoría de formación, la cual consta de "lutitas con varios paquetes de limolitas silíceas, a veces lechos de chert. Impresiones de *Oxytropidoceras* e *Inoceramus*". Esta unidad, junto con las formaciones Trincheras y Socotá, son las que aparecen cartografiadas en el mapa geológico adjunto.

Formación La Frontera. Originalmente se refirió como horizonte de La Frontera (BÜRGL y DUMIT-TOBÓN, 1954, p. 32-33). CÁCERES y ETAYO (1969, p. 6), al elevarla al rango de formación y tomarla como nueva unidad, la describen como "shales calcáreos con concreciones amonitíferas. Nivel de limolitas silíceas en su parte superior".

GRUPO GUADALUPE. "Predominantemente areniscas cuarcíticas, con grano variable en tamaño de medio a grueso". (CÁCERES y ETAYO, 1969, p. 6).

Tectónica.

El área de estudio se halla en la parte central del anticlinorio del Tequendama. Esta es la principal estructura al W de Bogotá, y sus flancos E y W están definidos por los grupos Guadalupe y Olini, respectivamente. La orientación general es N-S.

El modelo estructural de la región es algo simple y obedece primordialmente a una tectónica de plegamiento; en consecuencia, las fallas son escasas y desempeñan un papel secundario. Los pliegues anticlinales y sinclinales, paralelos entre sí, se suceden en sentido E-W. En términos generales son estructuras simétricas con inclinaciones su-

periores a los 24°, alcanzando en varios puntos posiciones verticales (NW y SW de Anapoima) o invertidas (SE de Anapoima).

CÁCERES y ETAYO (1969) clasifican las estructuras en amplias (anticlinal de Apulo y sinclinal de Pan de Azúcar) y cortas (anticlinales y sinclinales de Viotá y San Antonio-Golconda).

DATOS SEDIMENTOLOGICOS

Figuras externas.

Son aquellas figuras que durante el desarrollo de una corriente se originan sobre el lecho de las capas, constituyendo las marcas ("Marks", DZULYNSKI y WALTON, 1965). Estas, a su vez, dan lugar a la formación de sus respectivos moldes ("Mould", DZULYNSKI y WALTON, 1965; "Casts", BOUMA, 1962) en el sedimento suprayacente.

Genéticamente se clasifican en: 1) aquellas cuyo agente formador es la corriente misma ("scour marks", DZULYNSKI y WALTON, 1965), y 2) aquellas formadas por objetos que son transportados por los flujos ("tool marks", DZULYNSKI y WALTON, 1965); estos dos tipos son escasos y sólo tienen cierto predominio en la sección tipo. Dentro del primer grupo se observó turboglifos y moldes de caballón, y en el segundo moldes de surco, moldes de pinchazo, moldes de roce y moldes de saltación regular.

Turboglifos.

El molde de esta figura se origina por el relleno de pequeñas depresiones excavadas por flujo turbulento, que indican la dirección y sentido de la corriente. Sólo se observó a los 62.80 m. de la sección tipo, presentando una forma simétrica (DZULYNSKI y WALTON, 1965, Fig. 28). Las dimensiones fueron 3 cm. de largo por 7 mm. de ancho. Su dirección fue de N 35°E y sentido del NE al SW.

Moldes de caballón.

Formados por el relleno de pequeños canales longitudinales. Se apreció en forma indefinida a los 35 y 38.25 m. del perfil 1. En el primer caso presentan una dirección N 45-50°W y en el segundo N 10°E. Debido a su poca claridad sólo proporcionan información de la dirección y no del sentido de la corriente, guardando cierta semejanza con los presentados por DZULYNSKI y WALTON (1965, Fig. 45B, p. 63).

Las marcas originadas por objetos transportados por la corriente son de varios tipos dependiendo de la forma de los objetos, forma de transporte y naturaleza del fondo. DZULYNSKI y WALTON (1965) pre-

sentan una división basados en el aspecto puramente geométrico, agrupándolas en marcas continuas y discontinuas.

Moldes de surco.

Esta figura es de carácter continuo y pertenece al grupo de marcas que se han conocido en turbiditas. Su morfología es semejante a la de un molde de caballón, pero sus dimensiones son mayores.

Se observó a los 35, 38.25, 42, 43.50, 44.40, 62.40 y 62.80 m. de la sección tipo. Sin embargo, la mayoría de ellos son de carácter indefinido. Sus dimensiones oscilan entre los 6½ a 13 cm. de longitud por 12 a 14 mm. de ancho. La orientación varía de N 10°E a N 23°E. El sentido de la marca sólo se puede establecer cuando el agente es conservado dentro de ella, observación ésta que no se logró registrar en campo.

En la capa 1 de la sección Puente Circasia hay un molde semejante a la Fig. 66B de DZULYNSKI y WALTON (1965), con dirección aproximadamente N-S.

Moldes de pinchazo.

Son de carácter discontinuo y también se han encontrado en turbiditas. Su forma es variada, pero la principal característica, según BOUMA (1962), es una profundización de la marca corriente abajo.

Su presencia se limita en la sección de la quebrada Socotá a los 44.50 y 61.10 m., con dimensiones medias de 7 cm. de largo por 7 mm. de ancho. La dirección es N-S y sentido de N a S. También están registrados en la capa 11 del perfil de la quebrada Campos con longitudes de 3 y 5 cm. La dirección es N-S a NW-SE y sentido SE a NW. En Puente Circasia este molde (capa 1) es asimétrico y semejante a la Fig. 75 A de DZULYNSKI y WALTON (1965, p. 108), con una dirección N 45°E y 6 cm. de largo por 7 mm. de ancho.

Moldes de roce.

Esta marca discontinua es menos frecuente que las anteriores, pues sólo aparece a los 42 m. de la sección tipo con una dirección N 23°E. No proporciona información sobre el sentido de la corriente y sólo se diferencia de la figura anterior por el ángulo de incidencia, bajo el cual el objeto golpea la superficie del sedimento. Sobre la quebrada Campos (capa 11) tiene una longitud de 3.5 cm. y una dirección NW-SE.

Moldes de saltación regular.

Su génesis se relaciona con objetos que golpean sucesivamente el fondo en un arreglo lineal y que representa la dirección de la corriente y no el sentido. Según el registro gráfico del perfil 1 (Q. Socotá), se

tienen a los 42, 43, 50, 52.30 y 53.70 m. con direcciones N 15°E, N 23°E y N 15°E, respectivamente. En el perfil 4 (Q. Campos) se registran en las capas 7 y 11.

Estructuras internas.

Origen y significado.

Las estructuras comprendidas bajo este título son aquellas formadas dentro de las capas y que se pueden ver en cortes perpendiculares o paralelos a la estratificación.

La más común y obvia es la laminación. La estratificación gradada y la laminación intraplegada (convolute lamination), están casi ausentes. Se menciona apenas una división pelítica que se puede asemejar a la última división de una secuencia turbidítica ideal. Las estructuras de carga (load structures, DZULYNSKI y WALTON, 1965, p. 143), deformaciones estructurales (KUENEN y MENARD, 1952, p. 88) y otras más, también están bajo esta denominación.

El origen discutido en algunos trabajos tiene en parte un significado paleogeográfico, que ayudaría a una interpretación más regional teniendo en cuenta que los datos aquí suministrados son más bien locales.

Estratificación gradada.

Las areniscas en general no son gradadas. En la sección de la quebrada Socotá se reconoció a los 30, 47 y 73.50 m. una estratificación gradada positiva, o sea grano más grueso a la base de la capa. Este tipo de depósito puede indicar que la corriente ha efectuado una segregación de granos lateral y vertical importante, es decir, las corrientes son maduras (WALKER, 1965, p. 4). Esta interpretación es hecha por este autor al hablar sobre tipos de corriente de turbidez.

Laminación.

El término lámina es tomado en el sentido de BOUMA (1962, p. 141) y raras veces en el de PETTILJOHN y POTTER (1964, p. 317), esto es, como unidades menores de 0.5 cm. de espesor, generalmente.

La laminación observada es el resultado de cambios de tamaño y cambios mineralógicos manifestados en cambios de color. En las láminas de grano fino hay concentración de material orgánico y minerales de arcilla que le dan colores oscuros, mientras que las láminas de grano grueso son más cuarzosas y con un cemento calcáreo muy abundante que da tonalidades claras. Este material carbonatado es también notable en las otras láminas (secciones delgadas PR-8B-S, y 12A; fotos Nos. 7, 8 y 18).

Las observaciones de campo establecen un predominio de láminas paralelas de grano fino; sin embargo, las secciones pulidas muestran más bien laminación paralela disturbada (fotos Nos. 7 y 8).

En cuanto a la distribución misma de las láminas a través de las capas, es muy irregular, especialmente cuando es abundante el sedimento de grano más fino, o sea hacia el techo y base de cada uno de los cuatro primeros perfiles (fotos Nos. 9 y 10).

La estructura es registrada de manera casi continua a través de un espesor de 35 m. en el perfil tipo. Cuando el tamaño de grano en una capa es más o menos uniforme tiende a desaparecer (foto No. 11) o hace que las láminas sean cada vez más gruesas (foto No. 12).

WALKER (1965, p. 12) al mencionar la división inferior de laminación paralela sugiere que dichas laminaciones se deben a un retrabajamiento de parte del sedimento depositado cuando la velocidad a la cual cesa la autosuspensión es más elevada. Para la división superior la capa límite laminar es la que influye en la formación y aparición de laminaciones superiores.

No se observa el doble bandeamiento presentado por WOOD y SMITH (1958, p. 101). Este hecho contribuirá a ciertas aclaraciones sobre origen, transporte y sedimentación.

La monotonía de la laminación es a veces interrumpida por "subcapas" de color oscuro, donde hay predominio de material fino de tamaño de limo o arcilla.

Lineación por corriente (Parting lineation, PETTIJOHN y POTTER, 1964).

Se observa a menudo cuando la roca se parte a lo largo de planos de laminación y corresponde más exactamente a "parting-plane lineation" de McBride y Yeakel (en PETTIJOHN y POTTER, 1964).

Estructuras de carga.

En plano son protuberancias de limo y arena caracterizadas por una forma moldeada y redondeada que sugiere un movimiento de hundimiento vertical.

Hay un cambio notable en el tamaño de grano entre la parte central deformada con tamaño de arena fina a muy fina, y el substrato de tamaño limo (foto No. 13). Este fenómeno es claro en el afloramiento de la quebrada Socotá. Parece que el proceso dominante haya sido el de deformación de carga (DZULYNSKI y WALTON, 1965, Fig. 107 F, p. 158) a causa de un ajuste vertical del material basal, y acompañado tal vez de compresión horizontal en un substrato móvil.

Estructuras de ruptura por tensión (Pull-Apart Structures).

Varias láminas muestran una ruptura que lleva a separarlas hasta 6.15 cm. Las láminas superiores e inferiores no están afectadas por esta ruptura interior, y se ha observado en las de color claro, que son generalmente las de material más grueso y las más carbonatadas.

NACTEGAAL (1963, p. 367) las clasifica como una ruptura metadeposicional y "su presencia sugiere que el sedimento fue depositado en una pendiente submarina... y es indicación de un movimiento lateral de corta distancia del sedimento después de su depositación".

Deformaciones estructurales.

Un pliegue anticlinal agudo semejante al presentado por KUENEN y MENARD (1952, p. 88) se atribuye al "arrastré ejercido por la siguiente corriente de turbidez debido a que la pendiente en aquel sitio era prácticamente nula".

Estas deformaciones como otras estructuras ya mencionadas tampoco afectan a laminaciones infrayacentes o suprayacentes a ellas.

Análisis comparativo con la secuencia de BOUMA.

BOUMA (1962, p. 49-50) definió una turbidita completa como aquella cuya secuencia se describe a continuación (Fig. 4):

- 1 — DIVISIÓN GRADADA (A) * "Incluye todo el sedimento en la base de una turbidita que no está laminada o con laminación cruzada" (WALKER, 1965, p. 6). Esta gradación llega a ser poco clara, o a estar ausente.
- 2 — DIVISIÓN INFERIOR DE LAMINACIÓN PARALELA (B). En esta división "predomina una laminación paralela gruesa debido a una alternancia de láminas de arena más o menos arcillosas". El contacto con (A) es generalmente gradual.
- 3 — DIVISIÓN DE LAMINACIÓN DE ONDULA TRANSVERSA (Current ripple lamination) (C). Consta de óndulas transversas (current ripples) que en la mayoría de los casos son menores de 5 cm. de alto y no mayores de 20 cm. de largo. Algunas veces las óndulas están más o menos intraplegadas. Si este fenómeno es acentuado se presenta la laminación intraplegada (convolute lamination). El contacto entre (B) y esta división es comúnmente neto.

* En este trabajo se toma la palabra "división", según WALKER (1965, p. 2), en vez de "intervalo" usada por BOUMA. Este último término implica una interrupción en la sedimentación.

LA TURBIDITA "COMPLETA", SEGUN BOUMA (1962)

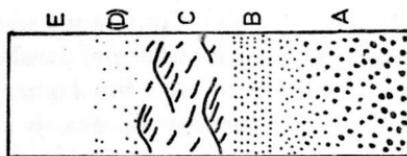
DIVISION PELITICA

DIVISION SUPERIOR DE LAMINACION PARALELA

DIVISION DE LAMINACION DE ONDULA TRANSVERSA

DIVISION INFERIOR DE LAMINACION PARALELA

DIVISION GRADADA



INTERPRETACION EN TERMINOS DE REGIMEN DE FLUJO

Lecho plano sin movimiento de grano	Regimen de flujo inferior
Lecho ondulado	
Dunas con ondulas, dunas y dunas de transición	Regimen de flujo superior
Lecho plano con movimiento de grano	
Ondas estacionarias	
Antidunas	

Fig. 4 LA TURBIDITA COMPLETA DE BOUMA Y SU INTERPRETACION POR ANALOGIA CON LOS REGIMENES DE FLUJO

DE SIMONS et al (1965) — (WALKER-1967)

4 — **DIVISIÓN SUPERIOR DE LAMINACIÓN PARALELA (D)**. Esta no es clara y llega a ser invisible cuando la capa está meteorizada o tectonizada. El material consta de arena muy fina a limo. El contacto de esta división con la anterior es generalmente claro.

5 — **DIVISIÓN PELÍTICA (E)**. No son visibles estructuras sedimentarias. Se puede encontrar una disminución pequeña hacia arriba en el tamaño de grano y contenido de arena. El contacto entre las dos últimas divisiones es a menudo gradual a muy gradual.

Basados en la descripción anterior y en los análisis de registros gráficos de los cinco perfiles, las divisiones (A) y (C) no están presentes en el área de estudio. Los tres casos de estratificación gradada no son comparables con las definiciones y ejemplos traídos por BOUMA y otros autores, y más bien pueden interpretarse como una gradación dentro de una de las otras divisiones. La excepción sería para el caso de la Arenisca Guía. Los dos casos de laminación intraplegada bien desarrollados carecen de significado dentro de toda la secuencia y son datos muy aislados. Sin embargo, según NACTEGAAL (1963, p. 372), habría laminación intraplegada simple en algunos puntos.

La división (C) tampoco se observa, según las características de una turbidita típica.

En los registros gráficos del puente Circasia, quebrada Socotá, carretera Anapoima-Apulo, Alto del Copial, y quebrada Campos, es indiscutible el predominio de una laminación paralela muy semejante a la división (D), en términos generales. Sin embargo, la manera tan clara como se presenta esta estructura interna y aun su tamaño de grano hace pensar que sea más bien una variación de turbiditas ideales como las estudiadas en países europeos principalmente.

La división pelítica (E) estaría representada principalmente en el registro gráfico de Pueblo Piedra-río Calandaima, y por observaciones de campo al sur del Alto del Copial y afloramientos de Alto de Capotes sobre el río Calandaima (al NW de Viotá).

Se aclara también que no se trata de una fluxoturbidita (WALKER, 1967, p. 38), puesto que no hay mezcla de rasgos característicos de verdaderas turbiditas y verdaderos deslizamientos.

En cuanto a figuras externas, dadas sus pequeñas dimensiones, su forma vaga en varios casos, y su poco número, no son criterios que apoyen la definición de la secuencia como una turbidita típica. Pueden sí representar un régimen de flujo de baja energía y variaciones internas en la dirección y sentido de dicho flujo.

Fósiles.

La ausencia de icnofósiles y las bolsadas lenticulares fosilíferas indican que las corrientes influyeron en la fauna de manera destructiva,

a excepción de algunas formas bien preservadas y una acumulación de bivalvos in situ (muestra PR-14A-C). El tamaño de las ammonitas varía aun dentro de una misma bolsada (muestra PR-4-PC, foto No. 14A).

Las siguientes determinaciones fueron hechas por la doctora Diana Gutiérrez (Ingeominas) :

Muestra PR-1-RA₁ (fotos Nos. 15 a, b y c).

Roca : Caliza de color gris casi negro.

Fauna: *Protocardia (Protocardia)* sp. (Trias. sup. - Crt. sup).

Turritella (Haustator) columbiana Jaworski (Albiano).

Restos orgánicos indeterminados.

Localidad: San Antonio de Anapoima, sección río Apulo 1.

Muestra PR-5-RA.

Roca : Arcillolita calcárea gris oscura.

Fauna: *Cucullaea* sp. (Jurásico Inf. - Crt., Rec.).

Localidad: Idem.

Muestra PR-4-PC (foto No. 14B).

Roca : Caliza gris oscura.

Fauna: *Colombiceras* aff. *tobleri* Jacob (Aptiano sup.).

Chelonicerias sp. (Aptiano sup.).

Ammonites desenrollada indet. (foto No. 14C).

Localidad: San Antonio de Anapoima, sección Puente Circasia.

Muestra PR-52-S.

Roca : Caliza gris oscura.

Fauna: *Colombiceras* sp. (Aptiano sup.).

Ammonites indet. (fotos Nos. 16A y B).

Localidad: Anapoima, sección Q. Socotá (perfil 1).

Muestra PR-14A-C.

Roca : Caliza gris oscura.

Fauna: *Protocardia (Protocardia)* sp. (Trias. sup. - Cret. sup.).

Localidad: Carretera Anapoima-La Naveta, sección Alto del Copial.

Ambiente: Aguas marinas someras. Esta fauna se acumuló in situ.

Comentarios: JAWORSKI, 1935, considera su especie, *Turritella (Haustator) columbiana*, como perteneciente al grupo de formas de la *Turritella vibrayeana* d'Orbigny, que es común en el Albiano de Europa, del Perú, del Ecuador y de Texas, y es la principal razón para

considerar su nueva especie de edad albiana. Dada la circunstancia que la muestra PR-1-RA₁ se encuentra estratigráficamente debajo de rocas con fauna del Aptiano superior (muestras PR-4-PC, etc.) y la sección no está perturbada, es factible considerar que la especie de JAWORSKI tenga una dispersión estratigráficamente más amplia, quizá Aptiano-Albiano.

Concreciones.

Se toman en el sentido de PETTIJOHN (1957), es decir, una segregación de los mismos constituyentes que conforman la roca, alrededor de un núcleo o centro. En otras palabras, son todas aquellas formas esféricas, sub-esféricas, ovaladas, etc., que presentan algún tipo de estructura interna.

Como se puede apreciar claramente en los perfiles, son muy abundantes. La mayoría son de material calcáreo con proporciones variables arenosas o arcillosas. El contenido fosilífero, ammonites principalmente, es notorio. Presentan, además, gran variedad en el tamaño que abarca formas desde algo menos de 5 cm. de diámetro hasta dimensiones superiores a los 70 cm., predominando las que se encuentran entre los 5 y 25 cm. de diámetro.

Se disponen por lo general en niveles perfectamente definidos, aunque también es común encontrarlas diseminadas, pero con su mayor elongación, siempre paralela a la estratificación.

La laminación es la estructura interna más común. En la mayoría de los casos ésta es paralela y a veces coincide con la laminación de la capa (foto No. 17). Es notable la presencia de piritita dispuesta concéntricamente, diseminada o concentrada hacia el núcleo. También está reemplazando partes duras de los fósiles involucrados.

Es de anotar la relación existente entre la presencia de concreciones de poco diámetro en capas donde la laminación es notoria, mientras que ésta no se presenta donde las concreciones tienen un diámetro mayor de 20 cm.

Nódulos.

Se caracterizan, a diferencia de las concreciones, por carecer de estructura interna, aunque sean igualmente de origen post-deposicional. "Son segregaciones de constituyentes menores de la roca". (BOUMA, 1962, p. 143).

En comparación con las concreciones son relativamente escasas. El tamaño no excede los 15 cm. de diámetro.

El Miembro Socotá correspondería a una facies marina desarrollada en aguas algo someras. La ritmicidad característica de la secuencia (foto No. 18) y su ambiente de depositación son factores que, en el concepto de BOUMA (1962, p. 139), conllevan a hablar de flysch o más propiamente "flysch-like" (KUENEN, 1964, p. 17).

Es de anotar que los términos "flysch" y "turbidita" no son sinónimos. El primero "tiene una connotación clara de facies" (DZULYNSKI y WALTON, 1965, p. 1), y el segundo "es puramente sedimentológico e implica un proceso específico" (KUENEN, 1964, p. 19).

Basados en todas las observaciones anteriores los autores proponen que el Miembro Socotá no es un depósito turbidítico típico sino que representa lo que bien puede denominarse una "*variedad turbidítica*".

Relaciones de facies.

Relaciones laterales. Hay cambios rápidos y graduales en el espesor de la litología de la variedad turbidítica. Se toma como referencia la sección de la quebrada Socotá, donde la secuencia arenosa está definida entre los 30 y 76.50 m. (46.50 m.). Aquí se presentan las características un tanto modificadas de la división (D) y a veces (D) y (E). La Arenisca Guía marcaría una interrupción en el tipo de sedimentación dominante.

Aproximadamente 5 Km. al NW el registro gráfico de Puente Circasia presenta 58 m. de arenisca de grano fino con laminaciones. Dos conglomerados de 14 y 22 cm. de espesor con granos de cuarzo menores de 1½ cm. están a la base de la sección. Dos areniscas conglomeráticas de 7 y 15 cm. de espesor están registradas a los 55 y 57 m. del perfil 1. Estas y los conglomerados marcan breves incursiones de material grueso dentro de un ambiente dominante de depositación de areniscas finogranulares.

En Alto del Copial, dos Km. al SW (véase mapa geológico), la Arenisca Guía tiene 12 cm. de espesor (foto No. 6, secc. delgada PR-16-C) con una intercalación laminar de yeso. La presencia de éste es más notable hacia el techo de esta misma sección. Las laminaciones están definidas entre los 49.50 y 66 m. (16.50 m.).

La Arenisca Guía en el afloramiento de Pueblo Piedra-río Calandaima, 7 Km. al SE, tiene un tamaño de grano muy fino con un espesor de 30 cm. A excepción de ésta, una capa arenosa entre los 14 y 15 m. y pequeños niveles calcáreos a la base; el resto son limolitas negras con escasas laminaciones.

En el afloramiento de Alto de Capotes sobre el río Calandaima, 10 Km. al S de la localidad de referencia, las laminaciones ocurren a

través de 15 m. de espesor. Las limolitas y shales negros continúan tanto hacia su parte inferior como superior.

En conclusión, la variedad turbidítica aumenta de espesor hacia el NW de la sección tipo (véase mapa geológico). Estas areniscas se adelgazan rápidamente al SW, siendo su adelgazamiento menor hacia el SE, y mucho menos marcado al S, mostrando en esas direcciones una disminución notable en el tamaño medio del grano, que pasa de arenisca de grano fino a limolitas. Estas relaciones sugieren que la forma del depósito para el Miembro Socotá era de sección asimétrica con bifurcaciones notables hacia el S del área de estudio.

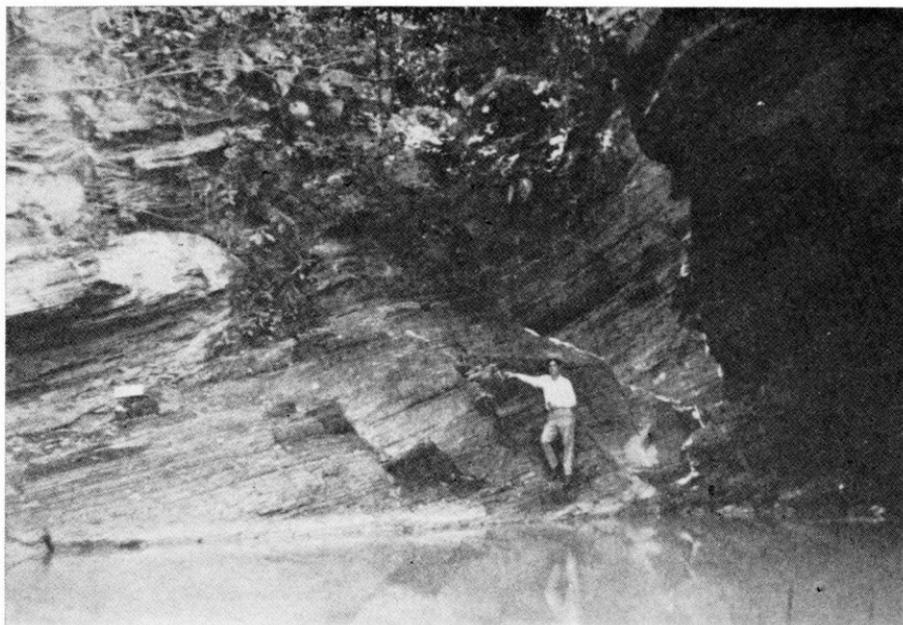
Relaciones estratigráficas. Las areniscas suceden y preceden a shales negros, y no existe un cambio litológico marcado. El factor controlante para la desaparición y aparición de shales no fue tanto la profundidad misma del depósito sino la ausencia de sedimentos terrígenos de grano grueso. Al incrementarse el suministro de éstos aparece la variedad turbidítica. Los fósiles de la muestra PR-14A-C están in situ y son de aguas marinas someras. Además, la presencia de yeso confirmaría también la poca profundidad.

Sin embargo, un incremento de detritos gruesos "puede estar controlado en último caso por eventos tectónicos en el área de aporte..." (KELLING, 1964, p. 87). Dichos movimientos también están reflejados en el área misma de la sedimentación como lo demuestran la deformación y aparición de algunas estructuras sedimentarias internas. Por tanto, la presencia de esta variedad turbidítica durante el Aptiano superior marca cierta inestabilidad, tanto para el área de aporte como para la de sedimentación.

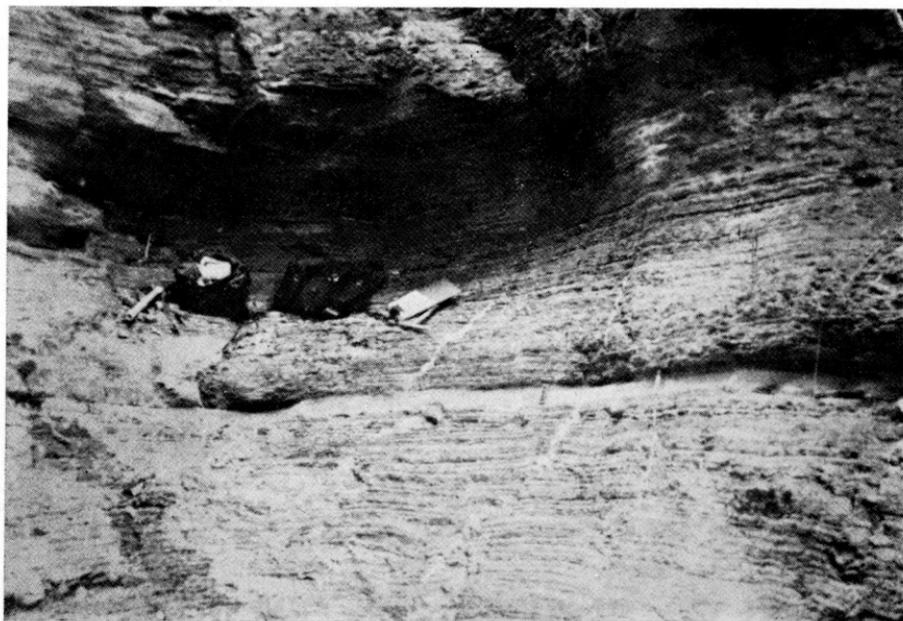
Origen y transporte.

Origen. Con base en las características y relaciones faciales tratadas anteriormente, se propone como áreas de proveniencia: el NNE y NNW. Se establece estas dos orientaciones por las relaciones laterales y por datos, aunque escasos, proporcionados por marcas de base. Es de aclarar que no se tiene conocimiento preciso sobre el comportamiento del cuerpo hacia el N de la región estudiada, aunque se sabe que continúa hasta el Municipio de Villeta (C. Cáceres, comunicación oral). En esta localidad hay un conglomerado semejante al registrado en Puente Circasia, con un espesor mayor de 2 m.

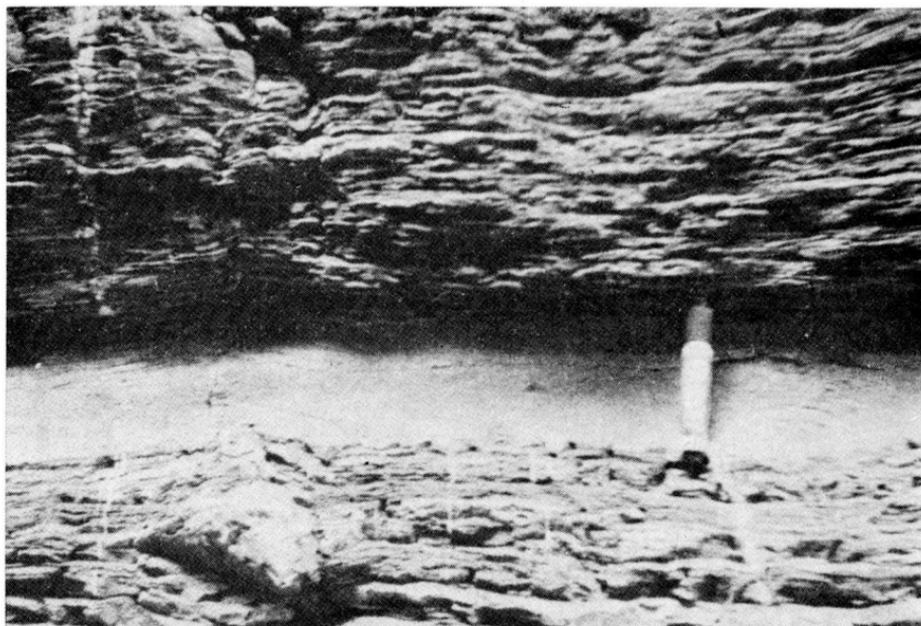
El carácter distante del área de aporte es el más probable dada la presencia de algunas de las características presentadas por WALKER (1967), como son: reducción del tamaño medio del grano en sentido N-S, a través de varios kilómetros de longitud; secuencias A-E ausentes; laminación muy común: mayor ocurrencia de moldes formados por



Foro No. 1. Areniscas laminadas del Miembro Socotá (Aptiano superior), sobre la quebrada del mismo nombre. (Perfil 1, Pozo Azul).



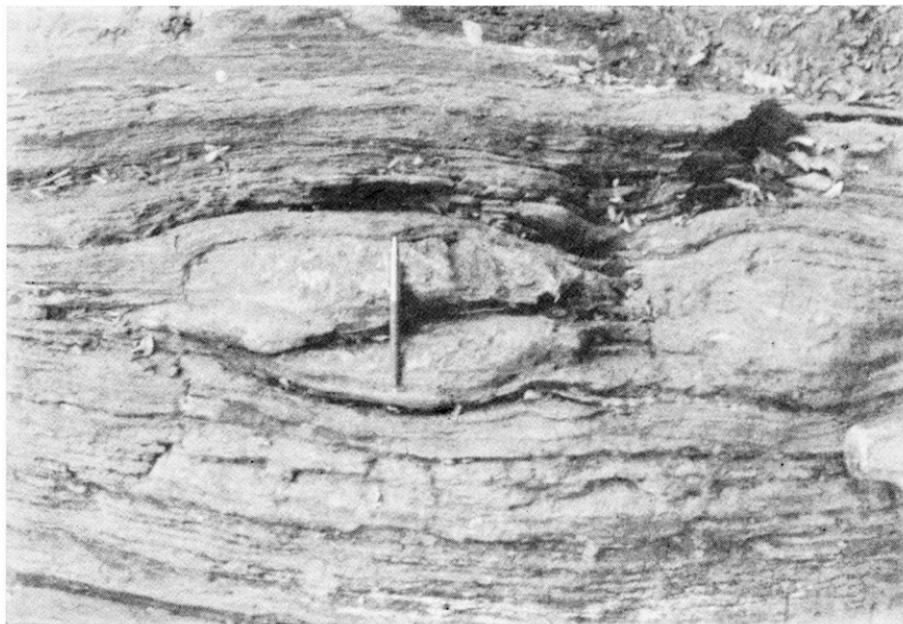
Foro No. 2. Arenisca Guía del Miembro Socotá (Aptiano superior): franja clara (parte central) de 9 cm. de espesor. (Perfil 1, Pozo Azul).



Foro No. 3. Arenisca Guía. Bolsada fosilífera hacia el extremo inferior izquierdo. (Perfil 1, Pozo Azul).



Foro No. 4. Marca de surco de 9,6 cm. de longitud y 2,4 cm. de ancho. Su eje largo es paralelo a la dirección de la corriente. (Perfil 1, carretera Anapoima-Apulo).



Foro No. 5. Bolsada fosilífera calcárea. (Perfil 1, Pozo Azul).



Foro No. 6. Arenisca Guía (parte central, 12 cm. de espesor) en la sección del Alto del Copial. (Perfil 3).

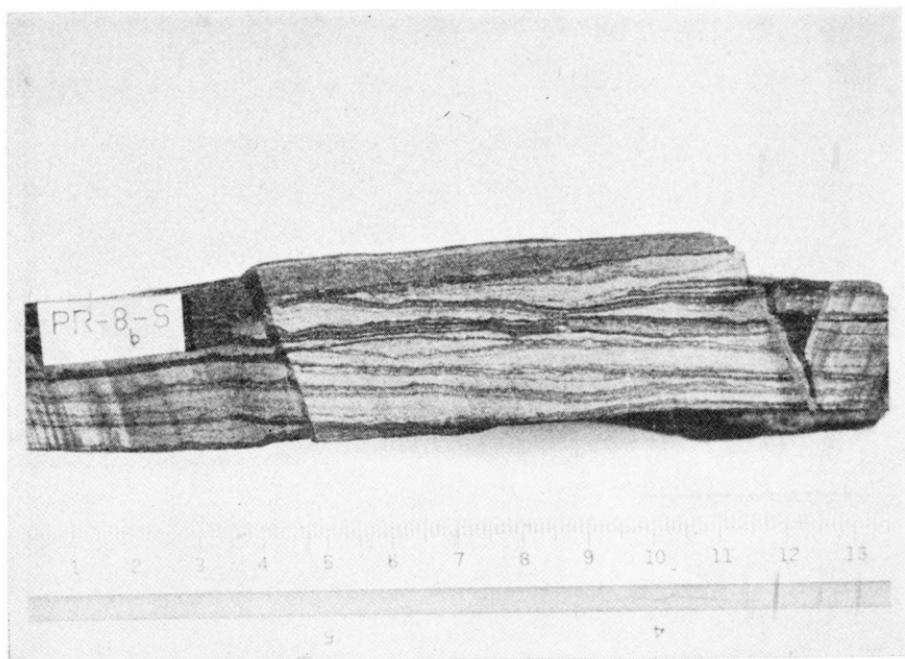


Foto No. 7. Interlaminación muy irregular, algo semejante a estructura flaser. (Láminas 17-A y 17-B, Potter y Pettijohn, 1964). (Perfil 1, Pozo Azul).

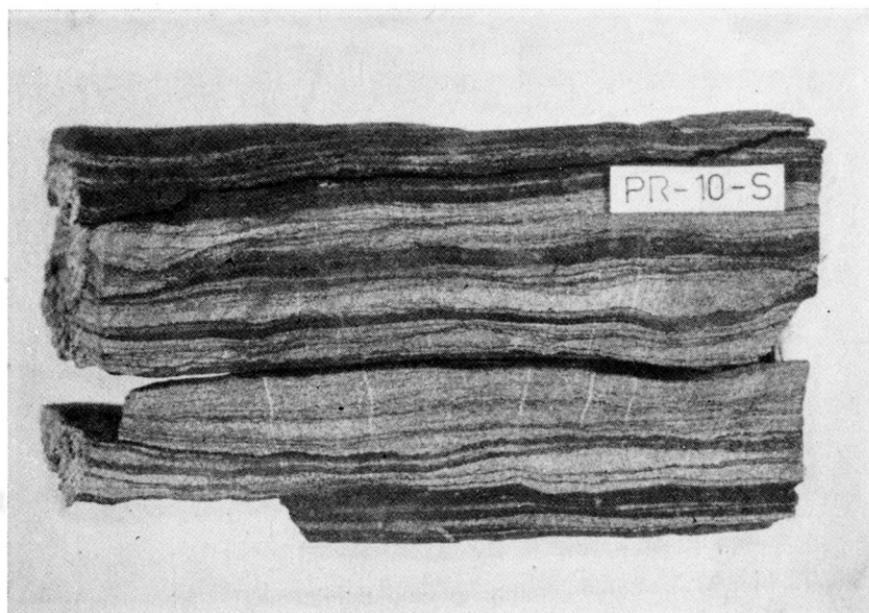


Foto No. 8. Interlaminaciones disturbadas de arenisca y limolita (tonalidades claras y oscuras, respectivamente). (Perfil 1, Pozo Azul).

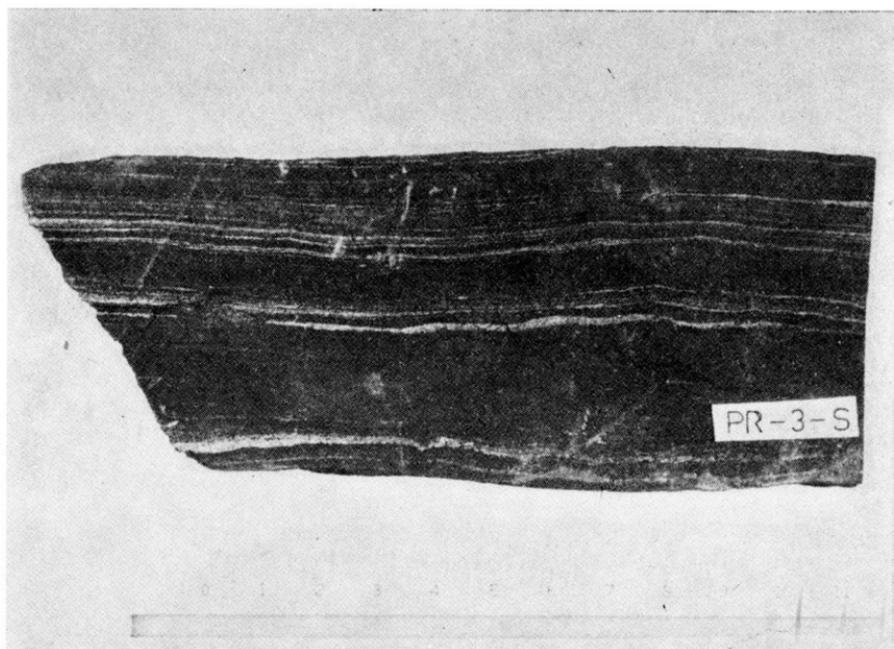


Foto No. 9. Laminación fina que tiende a desaparecer a mayor predominio de sedimento de grano más fino (color oscuro). (Perfil 1, Pozo Azul).

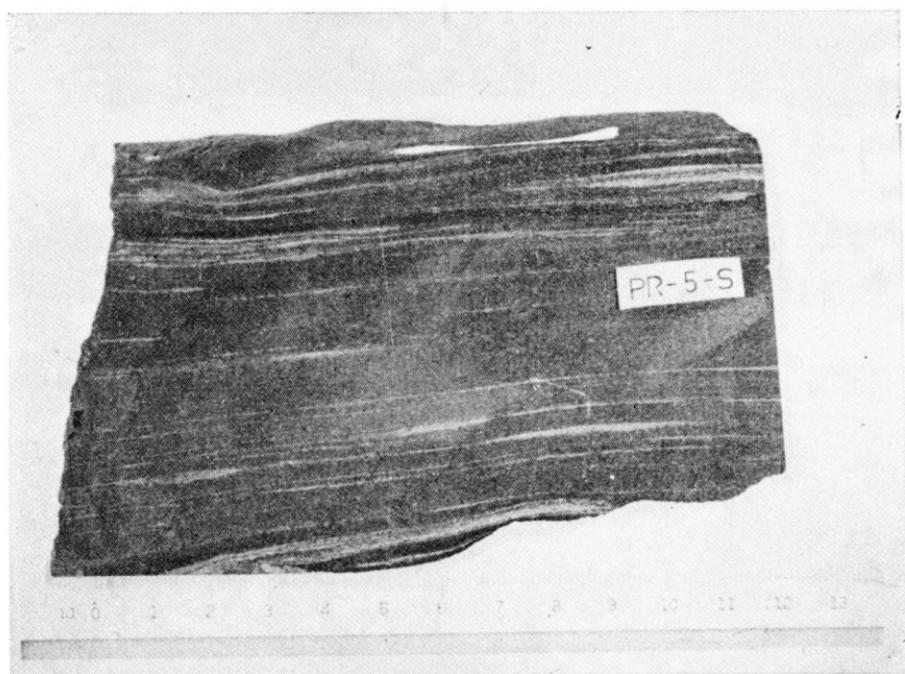


Foto No. 10. Laminación fina paralela y lenticular. Se observa predominio del grano fino representado por el color oscuro. Calco de carga hacia la parte superior izquierda.

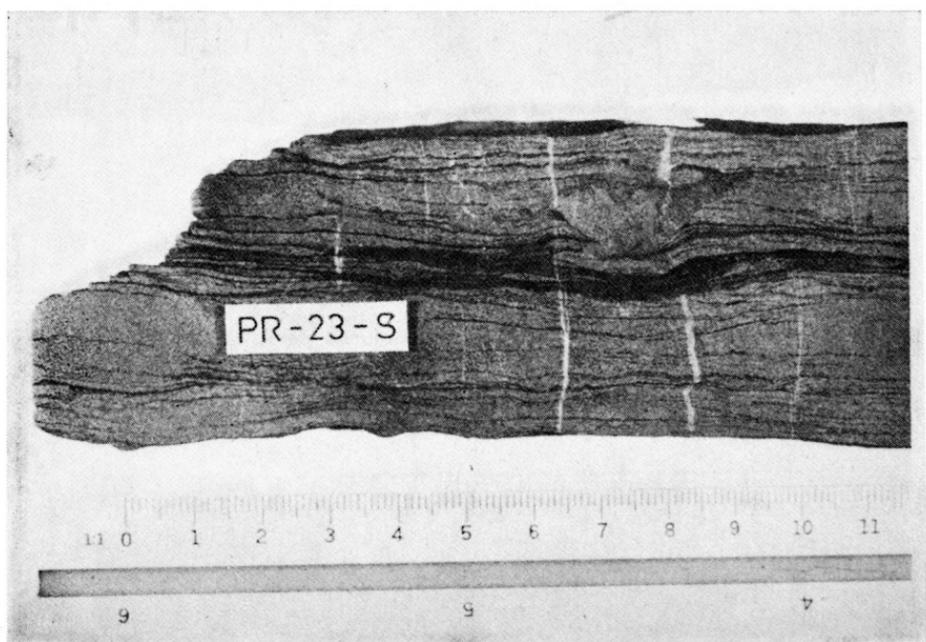
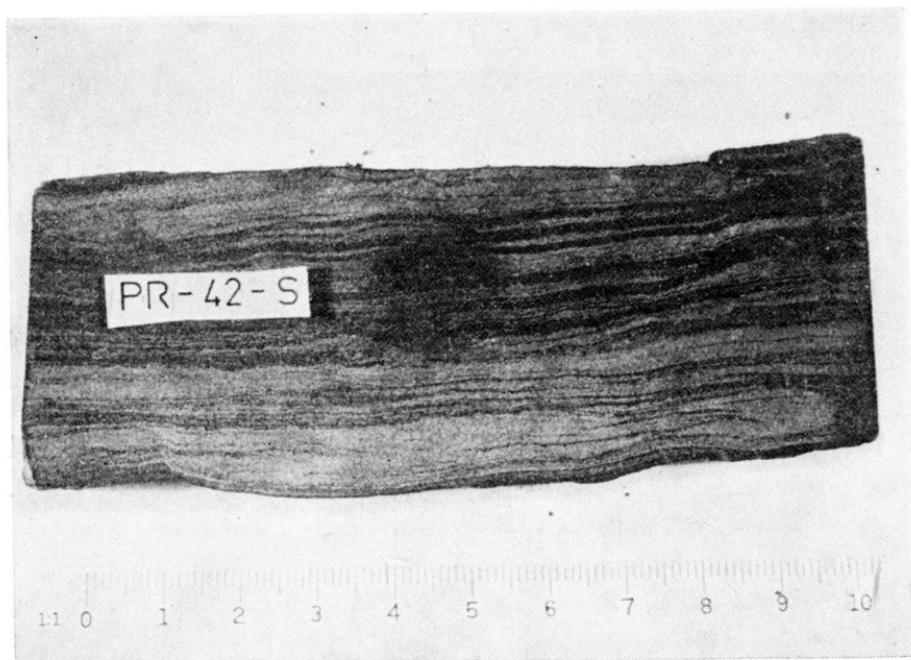
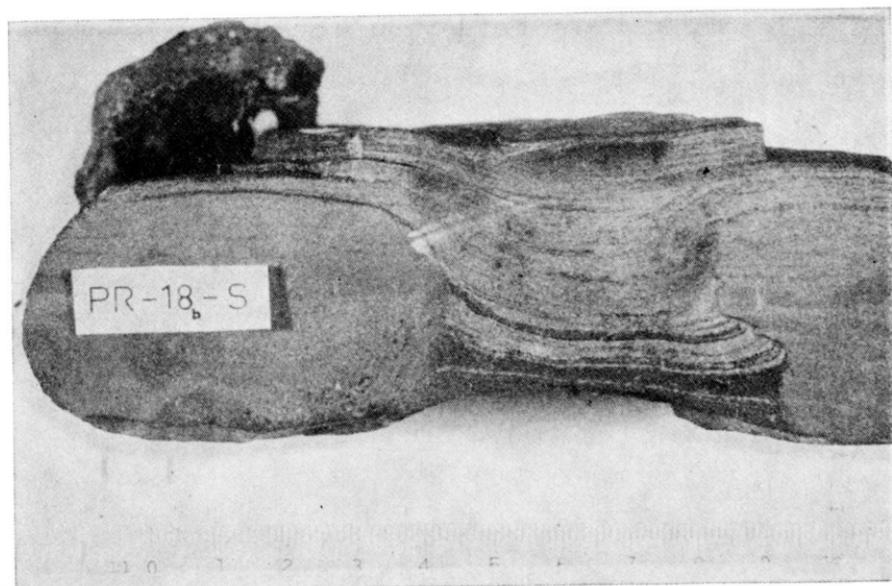


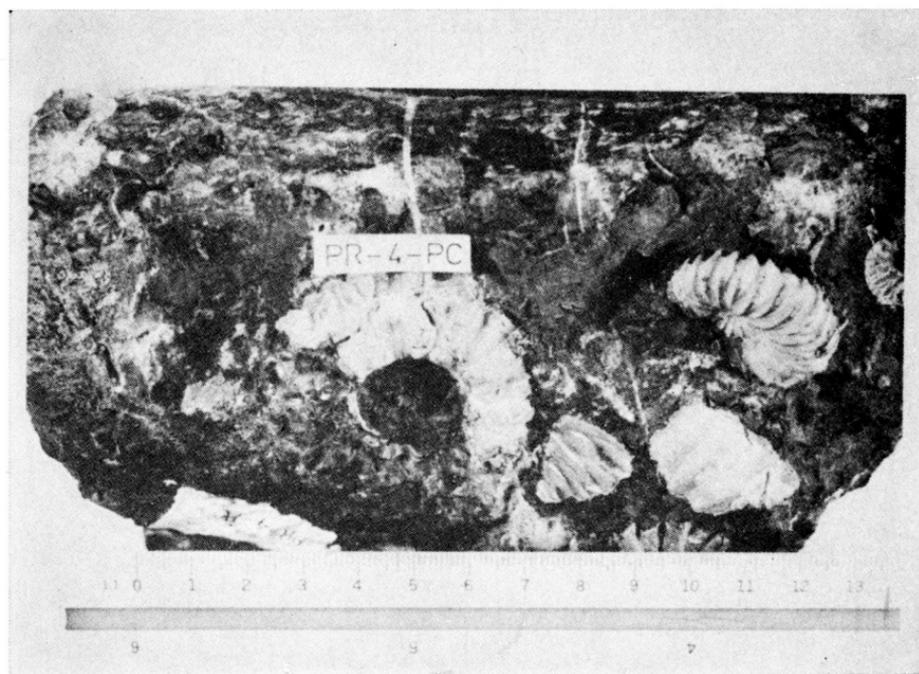
Foto No. 11. Arenisca fina interestratificada con láminas muy finas limolíticas irregulares. Estructura de carga incipiente en la parte media central. (Perfil 1, Pozo Azul).



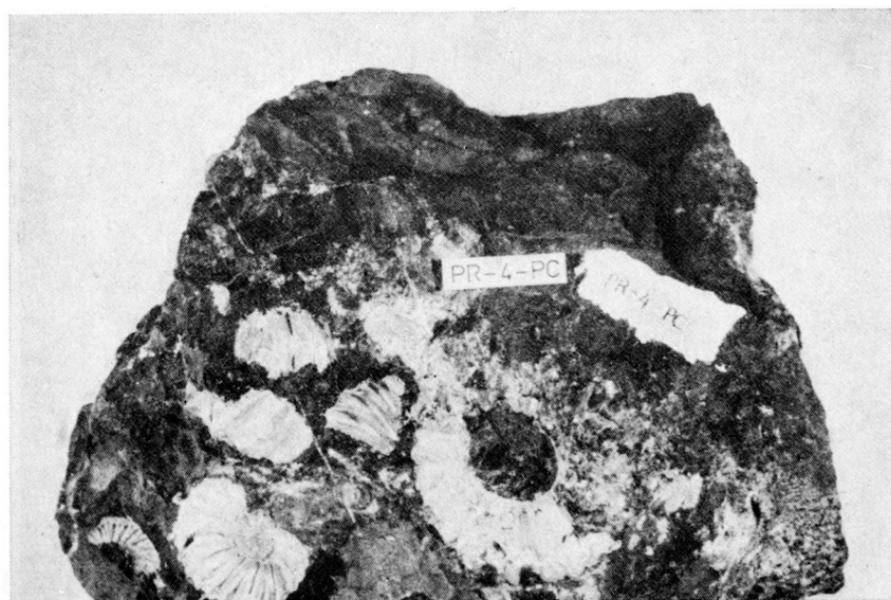
Foro No. 12. La laminación tiende a desaparecer o se hace más gruesa a mayor uniformidad en el tamaño de grano. (Perfil 1, Pozo Azul).



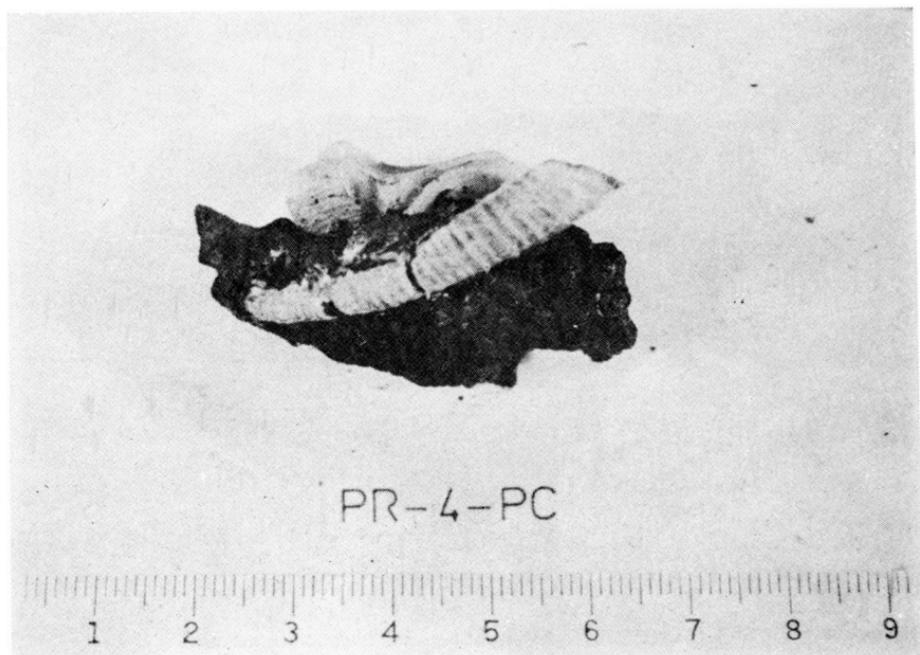
Foro No. 13. Estructura de carga. Cambio notable de grano entre la parte central deformada y el substrato. (Perfil 1, Pozo Azul).



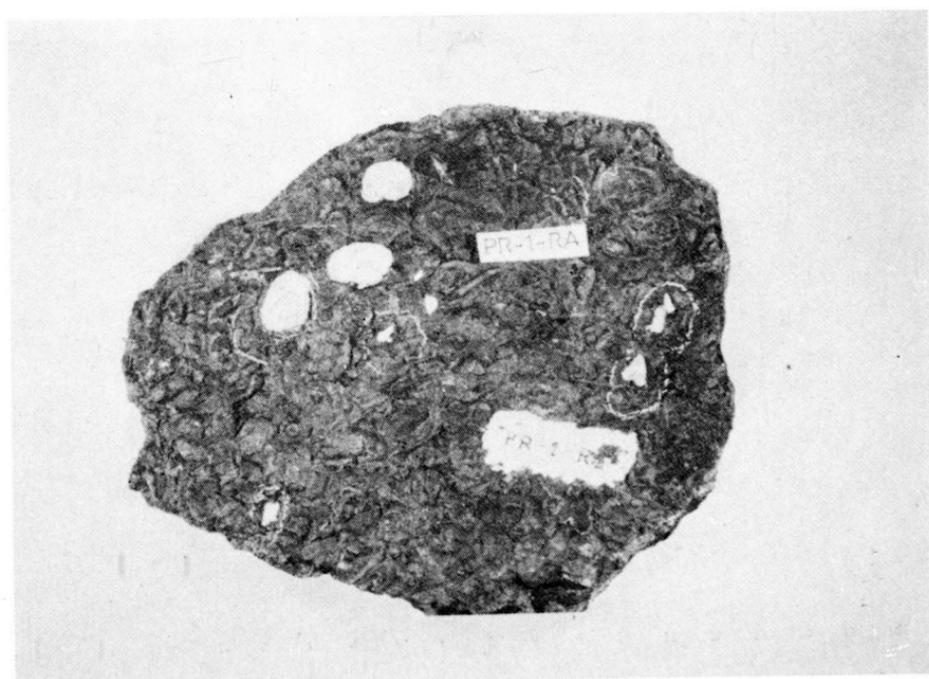
Foro No. 14-a. Tamaño variable de ammonites (color blanco) dentro de una misma bolsada fosilífera. (Perfil 2, Puente Circasia).



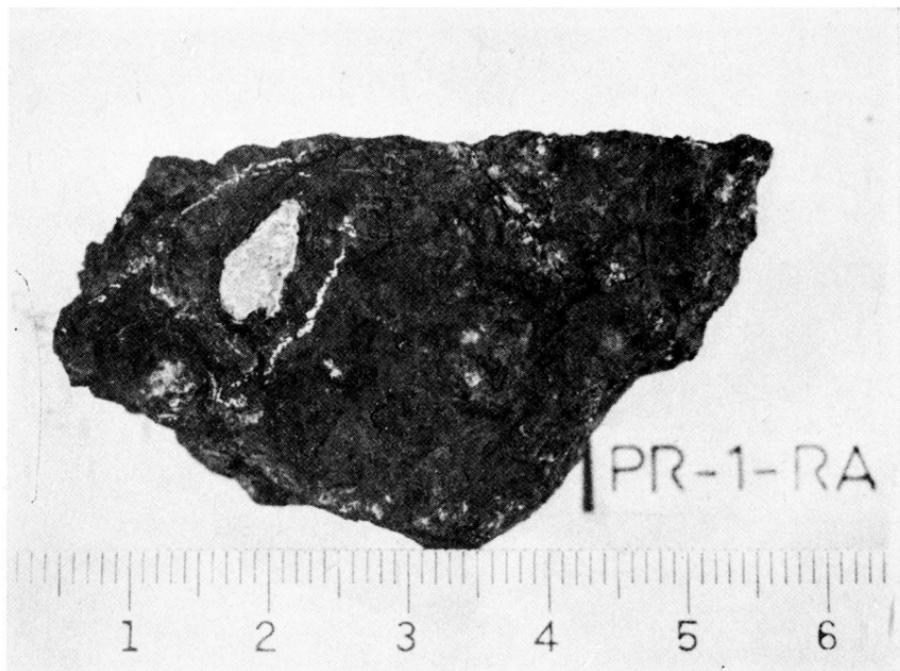
Foro No. 14-b. Bolsada fosilífera típica conteniendo *Colombiceras* y *Cheloniceras*, entre otros. (Perfil 2, Puente Circasia).



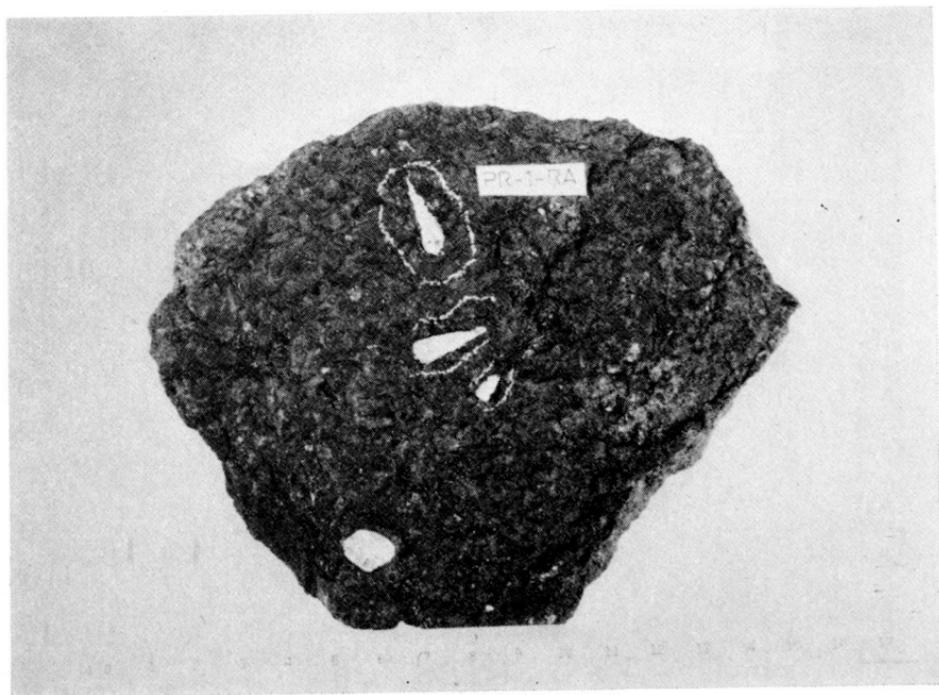
Foro No. 14-c. Ammonites desenrollada, indeterminada. (Perfil 2, Puente Circasia).



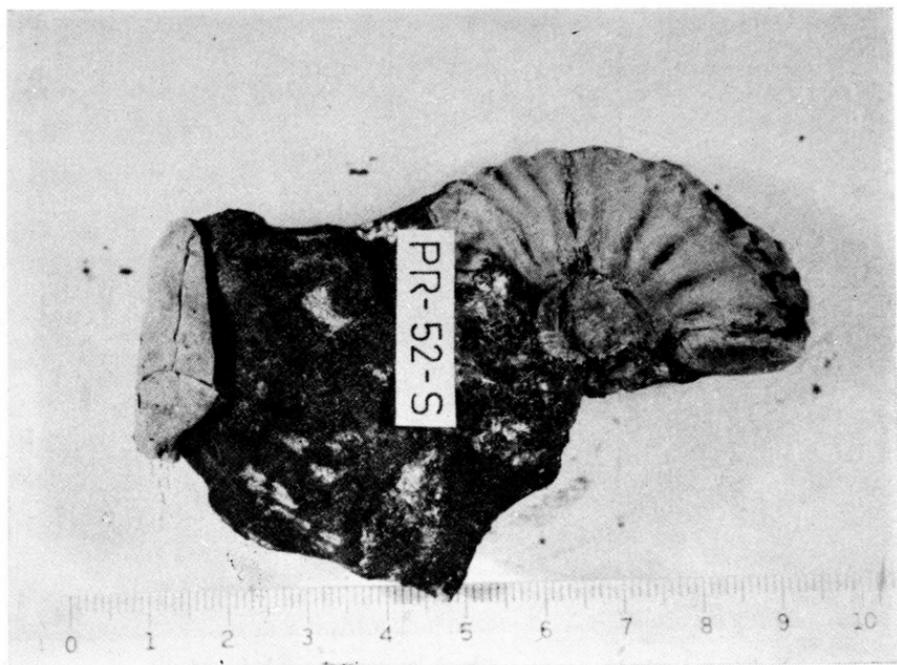
Foro No. 15-a. Bivalvos gasterópodos y restos orgánicos indeterminados (S. Antonio de Anapoima, sección río Apulo).



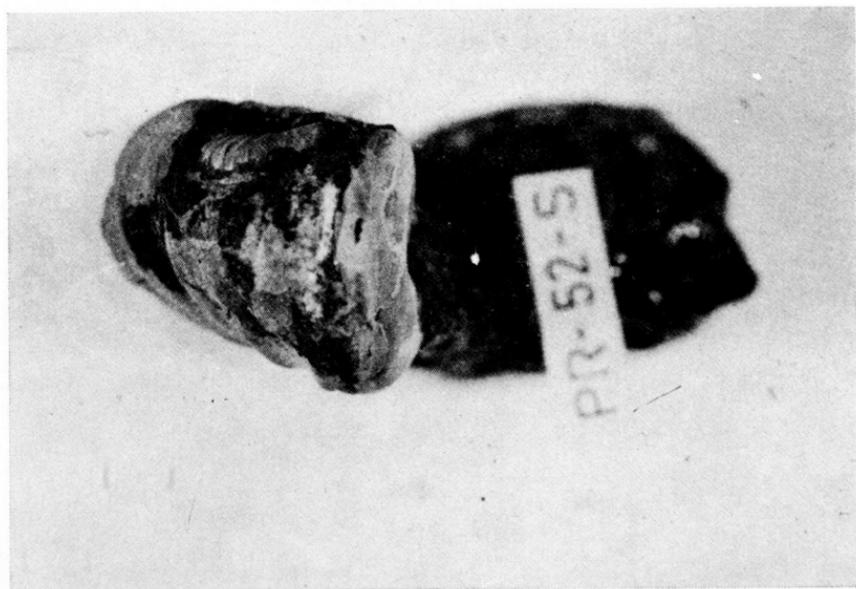
Foro No. 15-b. *Turritella* del Albiano (color blanco). (S. Antonio de Anapoima, sección río Apulo).



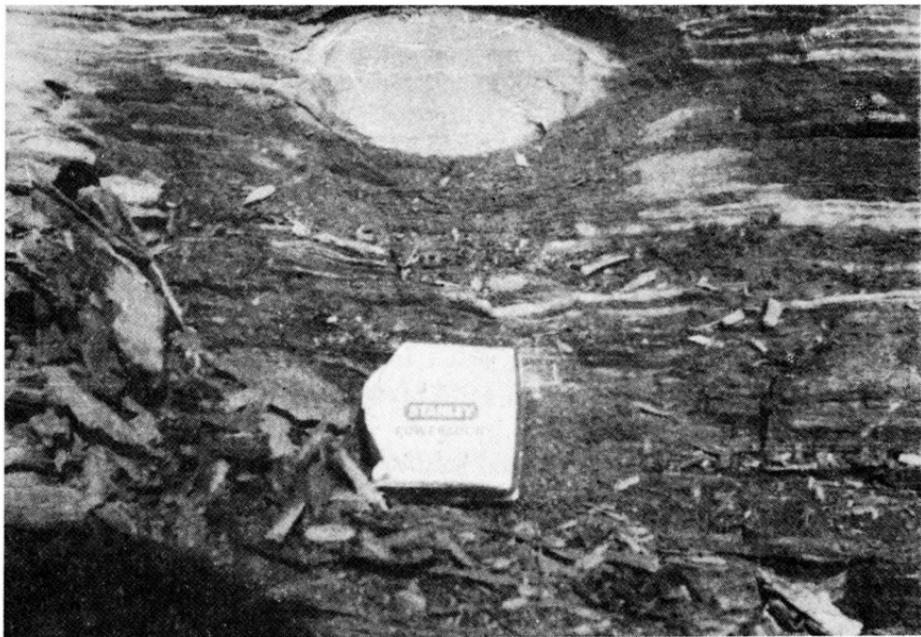
Foro No. 15-c. *Turritella* y bivalvos (S. Antonio de Anapoima, sección río Apulo).



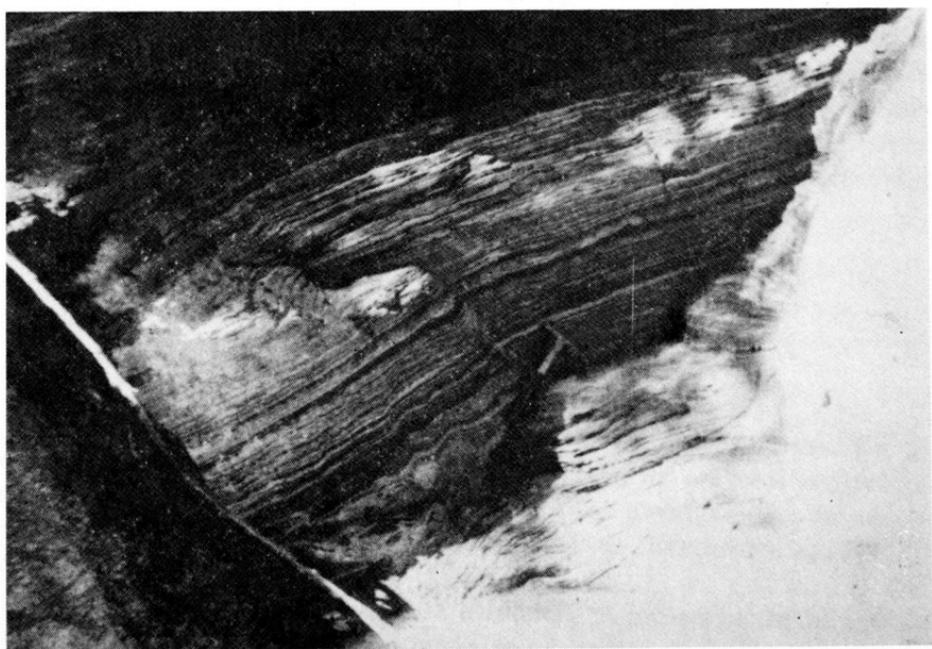
Foro No. 16-a. Ammonites indeterminada. Contiene otra forma dentro de su cámara.
(Perfil 1, Pozo Azul).



Foro No. 16-b. Ammonites indeterminada. Vista frontal mostrando hacia la parte superior otra forma incrustada. (Perfil 1, Pozo Azul).



Foro No. 17. Concreción con estructura interna laminar subparalela a la estratificación. (Perfil 1, Pozo Azul).



Foro No. 18. Ritmicidad característica del Miembro Socotá (Aptiano superior). (Perfil 1, Pozo Azul).

objetos que son transportados por los flujos de aquellos cuyo agente formador es la corriente misma ("tool marks" y "scour marks", respectivamente); y el poco tamaño que exhiben tales figuras.

La posibilidad de dos fuentes de aporte se descarta en cierto modo, puesto que, según WOOD y SMITH (1958, p. 97), la ausencia de un doble bandeamiento en las láminas excluiría un aporte cercano para el material lodoso y otro más lejano para la arena finogranular.

Transporte. Su reflejo más claro se encuentra en las acumulaciones fosilíferas a manera de bolsadas irregulares y lenticulares. Estas incluyen formas grandes y pequeñas, fragmentos con gran variedad de tamaño y fragmentos de conchas incluidos dentro de otras cámaras. Según ETAYO (1968, p. 21), al hacer referencia al mismo tipo de acumulaciones, sugiere que el transporte debió desarrollarse por corrientes densas.

Al tener en cuenta los cambios laterales en sentido N-S como N-SE ya mencionados, se pone de presente una variación de la corriente, tanto en su aspecto dinámico como de densidad, lo cual explicaría la desaparición de las bolsadas fosilíferas en el SE (Pueblo Piedra) y SW (Alto del Copial).

La ausencia de estructuras de derrumbe sugiere un gradiente bajo de la corriente. Esto y la presencia de los moldes de surco apoyan la idea de un régimen de flujo inferior y de carácter laminar, ya que, según DZULYNSKI y WALTON (1965, p. 101), estos moldes indican que han sido formados bajo condiciones de flujo laminar.

El desarrollo del transporte para esta área fue primordialmente longitudinal y paralelo a la mayor elongación del depósito que hacia el sur se amplía y bifurca. No hay evidencia de que tal transporte haya sido por medio de corrientes marinas normales (KUENEN, 1967, p. 206). El término normal no tiene aquí implicaciones de tipo geométrico sino genético.

A N E X O

SECCIONES DELGADAS

Se elaboraron en forma perpendicular a la estratificación. En lo referente a la textura, los datos se promediaron de un total de treinta mediciones hechas sobre el cuarzo. Se empleó para tamaño, la escala de KRUMBEIN (1951); para esfericidad, la de RITTENHOUSE (1943) y para redondez, la de POWERS (1953).

En las secciones 31-S y 39-S se evidenció la presencia de microfósiles, tales como gasterópodos, ammonites, bivalvos y formas arenáceas

no determinadas (comunicación oral, H. Duque-Ingeominas). La primera de ellas contiene una proporción menor de restos fósiles.

La sección 16-C corresponde a la ARENISCA GUÍA. Las secciones 8_B-S y 12-A se diferencian por el menor contenido de cuarzo, bandas poco definidas y uniformidad en el tamaño de techo a base, que presenta esta última.

Dado que la investigación es eminentemente macroscópica, la descripción petrográfica que a continuación se da no obedece a un estudio detallado. Su análisis confirma algunos aspectos referentes a la laminación y que se trataron dentro del capítulo correspondiente.

Sección PR-3-PC.

TEXTURA: Gránulos - Buena esfericidad - Buen redondeamiento.

COMPOSICIÓN: Cuarzo. Es el mineral predominante; se presenta tanto en granos como en fragmentos con partición regular. Se observa policristalino y criptocristalino. En algunos casos se halla estriado. 50%.

En menor proporción se tiene fragmentos de chert, cuarcita, caliza y arenisca; esta última es semejante a la de las secciones 31-S y 39-S. 10%.

CEMENTO: Está constituido por carbonato. Su proporción es alta. 30%.

MATRIZ: Arcillosa. 5% - 10%.

El contenido fósil es abundante y se aprecia formas alargadas o dobladas a manera de comas. La materia orgánica recubre o bordea los minerales.

NOMBRE: Conglomerado oligomítico (según PETTIJOHN, 1957).

Sección PR-12-A.

TEXTURA: Mala selección - Arena fina (láminas claras) y limo medio a grueso (láminas oscuras) - Esfericidad regular - Angular a subangular.

COMPOSICIÓN: Cuarzo. Es el principal componente; presenta bordes reemplazados por carbonato. 50%.

Mica: muscovita, muy escasa y pequeña. Se limita a las bandas oscuras.

ACCESORIOS: Zircón.

CEMENTO: Carbonato. 40%.

MATRIZ: Arcillosa. 20%.

La materia orgánica se concentra en mayor cantidad en las láminas oscuras.

NOMBRE: Wacka de cuarzo (según WILLIAMS, TURNER y GILBERT, 1954).

La sección PR-8_B-S presenta las mismas características que la sección anterior, y sólo se le diferencia por un aspecto más definido de las láminas. Las oscuras son algo más anchas (1.56 mm.) que las claras (1.09 mm.).

Las secciones PR-39_B-S y PR-31-S presentan también la misma composición, pero tienen un alto contenido fosilífero. Tanto los microfósiles como el cuarzo se concentran en bandas alternadas y paralelas a la estratificación.

Sección PR-16-C (ARENISCA GUÍA).

TEXTURA: Mala selección - Arena media - Esfericidad regular - Subangular.

COMPOSICIÓN:

Cuarzo: Bordes corroídos en forma incipiente; y en menor proporción euhedral. Fractura irregular. 40% - 50%.

Chert: Corroído y escaso.

Secundarios: Oxidos de hierro.

CEMENTO: Carbonato presentándose definido y con clivaje, o amorfo. 30%.

MATRIZ: Arcillosa y de color pardo. 30%.

NOMBRE: Wacka de cuarzo (según WILLIAMS, TURNER y GILBERT, 1954).

BIBLIOGRAFIA

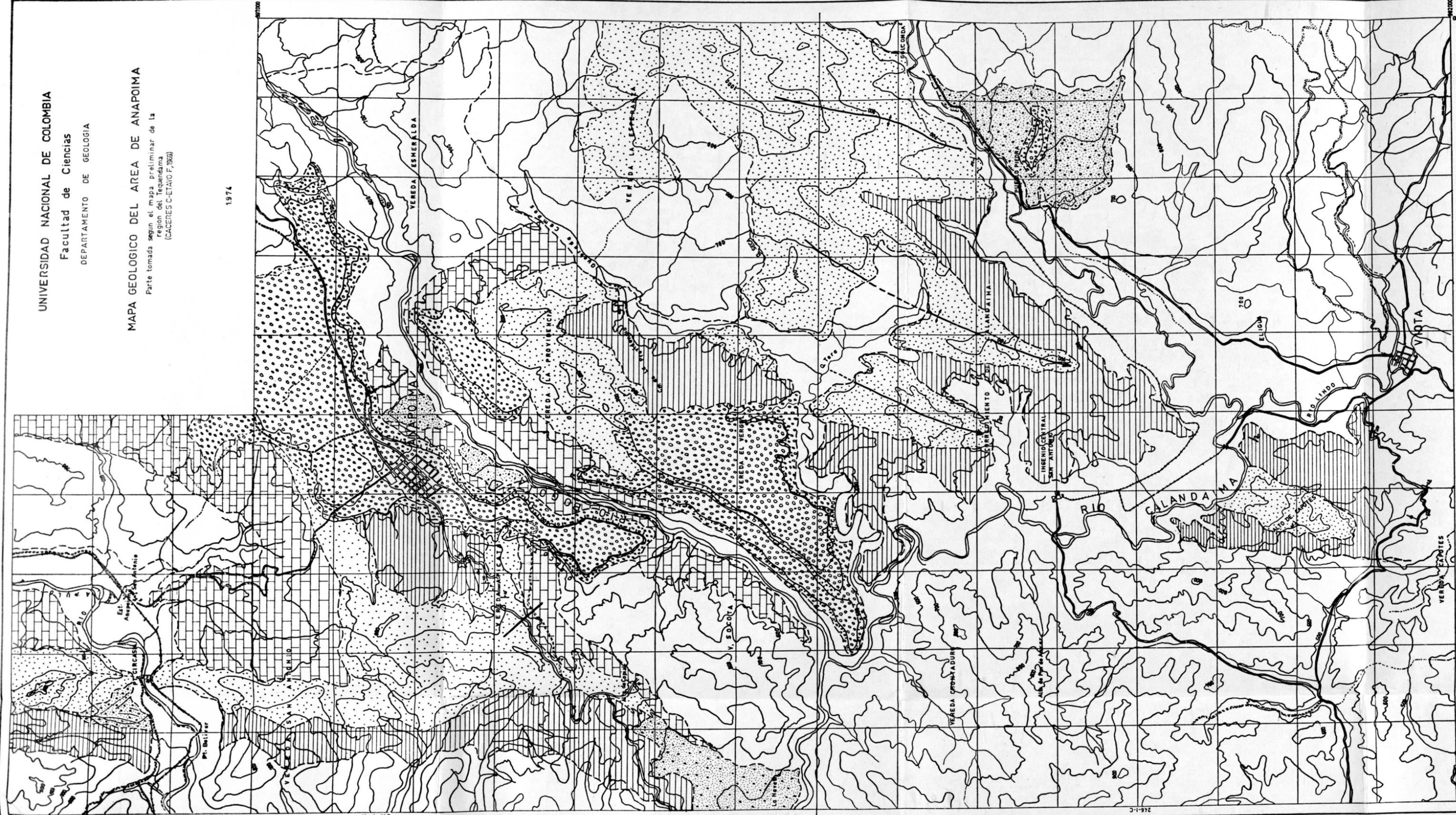
- BOUMA, A. H., 1962. *Sedimentology on some Flysch Deposits*. Elsevier, Amsterdam, pp. 168.
- 1964. Turbidites. In: A. H. Bouma and A. Brouwer (Editors), *Turbidites*. Elsevier, Amsterdam, pp. 247-256.
- BISSELL, H. J. and CHILINGAR, G. V., 1967. Classification of sedimentary carbonate rocks. In: G. V. Chilingar, H. J. Bissell and R. W. Fairbridge (Editors), *Carbonate Rocks*. Elsevier, Amsterdam, pp. 87-168.
- BÜRCL, H., 1955. El anticlinal de Apulo. *Bol. Geológico*. Vol. 3, No. 2. Bogotá, pp. 2-22.
- CÁCERES, G., ETAYO, F., 1969. *Bosquejo geológico de la región del Tequendama*. Departamento de Geología, Universidad Nacional.
- CROWELL, J. C., 1955. Directional current structures from the pre-alpine flysch, Switzerland. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 66: 1361-1384.

- DZULYNSKI, S. and WALTON, E. K., 1965. *Sedimentary Features of Flysch and Greywackes*. Elsevier, Amsterdam, pp. 274.
- ETAYO, F., 1964. Posición de las faunas en los depósitos cretáceos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. *Bol. de Geología, U.I.S.*, Nos. 16-17: 5-141.
- 1968. El Sistema Cretáceo en la región de Villa de Leiva y zonas próximas. *Geología Colombiana*. Universidad Nacional, Departamento de Geología. No. 5: 5-74; 18 figs.
- HUBACH, E., 1931. Exploración de la región de Apulo - San Antonio-Viotá. *Bol. Minas y Petróleos*. Tomo 4, No. 25-27, pp. 41-60.
- 1957. *Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia*. Inst. Geol. Nal., informe No. 1212 (inédito), 166 pp., Bogotá.
- JAWORSKI, E., 1935. Gasterópodos del Cretácico inferior de Colombia. *Estud. Geol. y Pal. Cordillera Oriental Colombia*, pp. 109-121, Bogotá, 1937-38.
- JULIVERT, M., 1968. *Lexique Stratigraphique International*. América Latina - Colombie. Vol. V, Fascicule 4. Paris. 650 p.
- KELLING, G., 1964. The Turbidite concept in Britain. In: A. H. Bouma and A. Brouwer (Editors), *Turbidites*. Elsevier, Amsterdam, pp. 75-92.
- KUENEN, PH. H., 1957. Sole markings of graded greywacke beds. *U. Geol.*, 65: 231-258.
- 1964. Deep-sea sands and ancient Turbidites. In: A. H. Bouma and A. Brouwer (Editors), *Turbidites*, Elsevier, Amsterdam, pp. 3-33.
- 1967. Emplacement of Flysch Type Sand Beds. *Sedimentology*, 9: 203-243.
- KUENEN, PH. and MENARD, H. W., 1952. Turbidite currents, graded and non-graded deposits. *J. Sediment. Petrol.*, 22: 83-96.
- NACTEGAAL, P. J. C., 1963. Convolute lamination, metadepositional ruptures and slumping in an exposure near Pobla de Segur (Spain). *Geol. Minjnbow*, 25: 363-374.
- PETTIJOHN, F. J., 1957. *Sedimentary Rocks*. Harper and Brothers, New York.
- PETTIJOHN, F. J. and POTTER, P. E., 1964. *Atlas and Glossary of primary sedimentary structures*. Würzburg, Springer Verlag. New York Inc., 370 p.
- POTTER, P. E., 1967. Sand Bodies and Sedimentary environments: A review: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 51: 337-365.
- RIEDEL, L., 1937/38. Amonitas del Cretáceo inferior de la Cordillera Oriental. *Est. Geol. y Pal. Cord. Oriental Colombia*, pp. 7-78. Bogotá.
- SIMONS, D. B. and E. V. RICHARDSON, 1961. Forms of bed-roughness in alluvial channels. *J. Hydraul. Div. Am. Soc. Civ. Engrs.*, 87, HY 3, 87-105.
- STANLEY, D. J. and BOUMA, A. H., 1964. Methodology and Paleogeographic Interpretation of Flysch Formations: a Summary of Studies in the Maritime Alps. In: A. H. Bouma and A. Brouwer (Editors), *Turbidites*. Elsevier, Amsterdam, pp. 34-64.

- WALKER, R. G., 1963. Distinctive types of ripple-drift cross-lamination. *Sedimentology*, 2: 173-188.
- 1965. The origin and significance of the internal sedimentary structures of turbidites. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, 35: 1-32.
- 1967. Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *J. Sediment. Petrol.*, 37: 25-43.
- WEEKS, L. G., 1953. Environment and mode of origin and facies relationships of carbonate concretions in shales. *J. Sediment. Petrol.*, 23: 162-173.
- WOOD, A. and SMITH, A. J., 1958. Two undescribed structures in a greywacke series. *J. Sediment. Petrol.*, 28: 97-101.
- WILLIAMS, H., TURNER, F. J. y GILBERT, C., 1954. *Petrography: An introduction to the study of rocks in thin sections*. W. H. Freeman Co. San Francisco.

MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE ANAPOIMA
 Parte tomada segun el mapa preliminar de la
 region del Tequendama
 (CACERES C-ETAYO F. 1969)

1974



LEYENDA

- | | | | |
|---|---|-------------|--|
| ALUVIÓN | CONTACTO localización precisa | CARRETERA | |
| TERRAZA | FALLA | CARRETABLE | |
| ALBIANO SUP.
ALBIANO MEDIO | ANTICLINAL | SENDERO | |
| ALBIANO MEDIO
ALBIANO SUP.
F. HILLO | RUMBOS Y BUZAMIENTOS | FERROCARRIL | |
| F. SOCOTA | Alternancia de bancos de caliza y
alternancia de shales negros | | |
| F. TINCHENAS | | | |

ESCALA
 1:25000
 0m 50m 100m

PERFIL 5 - Pueblo Piedra (Rio Calandaima)

INVESTIGADORES: Polanía H.-Rodríguez G. FECHA: Junio 1974 UNIDAD ESTRATIGRAFICA: Miembro Socotá LOCALIZACIÓN: Pueblo Piedra

CODIGO: PP

ESPESOR EN METROS		NUMERO DE CAPA		LITOLOGIA DE LA CAPA		ESTRATIFICACION	
16		14				FIGURAS SEDIMENTARIAS	
15		13				CONTACTO DEL PLANO DE ESTRATIFICACION	
14		12				DIRECCION DE CORRIENTE	
13		11				ESTRUCTURAS INTERNAS	
12		10				OBSERVACIONES MACROSCOPICAS	
11		9				ESTRATIFICACIÓN Gradada	
10		8				Laminación paralela	
9		7				Laminación paralela ligeramente disturbada	
8		6				Laminación ondulada	
7		5				Laminación lenticular	
6		4				Laminación intraplegada	
5		3				Pull Apart Structure	
4		2				Estructuras de carga (externas)	
3		1				Estructuras de carga (internas)	
2						NODULOS	
1						CONCRECIONES	
						CLASIFICACION DE CAMPO	
						AREN A	
						TEXTURA	
						CARBONATOS	
						FOSILES	
						POSICION Y NUMERO DE MUESTRA	
						HORIZONTE FOTOGRAFIADO Y NUMERO DE FOTO	
						OBSERVACIONES	

NIVEL FOSILIFERO DETRITICO

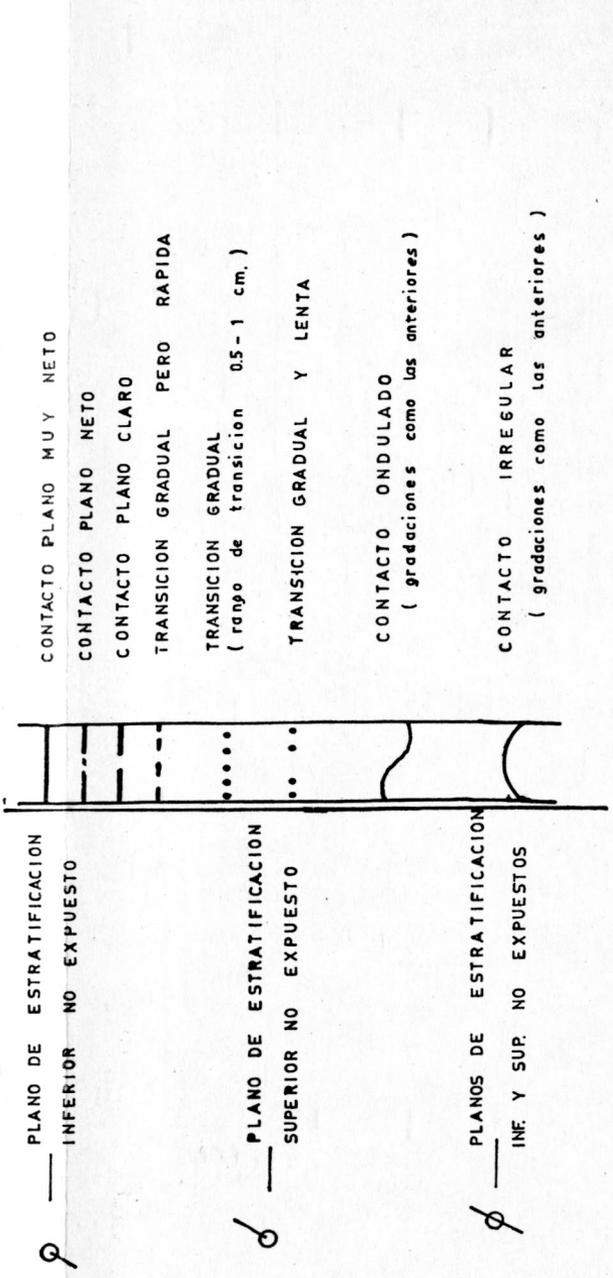
OBSERVACIONES

SIMBOLOGIA

LITOLOGIA DE LA CAPA

	ARENISCA		CALIZA DETRITICA
	SHALE		CALIZA DENSA
	ARENISCA ARCILLOSA		CALIZA CON FRAGMENTOS DE FOSILES
	ARENISCA CALCAREA		ARENISCA Y ARCILLOLITA ALTERNADOS
	CONGLOMERADO		CUBIERTO

CONTACTO DEL PLANO DE ESTRATIFICACION



FIGURAS SEDIMENTARIAS

	FIGURAS POCO DISTINGUIBLES ENTRE PARENTESIS		MOLDES DE ROCE
	TURBOGLIFOS		MOLDES DE SALTACION REGULAR
	MOLDES DE SURCO		MOLDES DE CARGA
	MOLDES DE CABALLON		DIRECCION Y SENTIDO CLAROS (SW a NE)
	MOLDES DE PINCHAZO		DIRECCION CLARA Y SENTIDO DUDOSO (SW-NE)

ESTRUCTURAS INTERNAS

	ESTRATIFICACION GRADADA, POSITIVA (grueso a la base)		LAMINACION LENTICULAR (longitud < 20 cm)
	LAMINACION PARALELA: predominan laminas de gramo fino		BED PULL APART (estruct. de ruptura por tension)
	LAMINACION PARALELA LIGERA, DISTURBADA		ESTRUCTURAS DE CARGA INTERNAS
	LAMINACION ONDULADA		
	LAMINACION INTRAPLEGADA		

O T R A S

	MODULOS		CONCRECIONES < 5 cm
			5 - 20 cm
			> 20 cm
	FOSILES EN GENERAL		AMMONITES
	FRAGMENTOS DE FOSILES		FRAGMENTOS DE CONCHAS