

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL



BOLETIN GEOLOGICO

VOL. XII

ENERO - DICIEMBRE 1964

NUMEROS 1 - 3

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

BOLETIN GEOLOGICO

VOLUMEN XII ENERO - DICIEMBRE 1964. Nos. 1 - 3

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| BÜRGL, HANS.—El "Jura-Triásico" de Colombia | 5 |
| VAN DER HAMMEN, T., y GARCÍA DE MUTIS, CECILIA.—La flora del polen del Paleoceno de Colombia | 33 |
| UJUETA LOZANO, GUILLERMO.—Geología y posibilidades económicas de depósitos calcáreos al oeste de San Martín (Meta), entre los ríos Cumaral y La Cal | 47 |
| Contenido de los volúmenes anteriores | 69 |

*La responsabilidad de las ideas emitidas en este Boletín
corresponde a sus autores.*

EL "JURA-TRIASICO" DE COLOMBIA

**POR
HANS BÜRGL**

(CON 4 FIGURAS)

NOVIEMBRE DE 1962

**SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1964**

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Resumen | 9 |
| Abstract | 9 |
| Zusammenfassung | 9 |
| Introducción | 11 |
| Permo-Carboniano | 13 |
| Límite Permiano-Triásico | 14 |
| Triásico Superior | 15 |
| Liásico Inferior | 17 |
| Límite Liásico Inferior y Medio | 18 |
| Liásico Medio y Superior | 19 |
| Dogger y Malm | 21 |
| Cretáceo Inferior | 22 |
| Conclusiones | 23 |
| Bibliografía | 29 |

RESUMEN

En varios artículos y mapas geológicos relativamente recientes, se usa todavía la designación "Jura-Triásico" para la formación Girón y depósitos contemporáneos. Esta designación es imprecisa y, en ciertos casos incorrecta, porque una parte del "Girón" es de edad pensilvaniana, y otra se depositó en el Liásico Medio y Superior. Con la única excepción, tal vez, del Pre-Payandé, no se conocen en el Triásico de Colombia capas del tipo del "Girón".

Por esta razón se recomienda usar el término "Palaeogirón" para capas pensilvanianas del tipo de Girón y el término "Neogirón" para las de edad liásica. El término "Girón" debe aplicarse sólo en un sentido puramente litostratigráfico para designar capas continentales de la facies Girón, cuya edad no está definida.

En una tabla se indica la posición cronostratigráfica de las principales formaciones del Triásico y Liásico de Colombia.

ABSTRACT

In relatively recent years various papers and geological maps were published in which the Girón and contemporary sediments are designated as "Jurassic-Triassic". This designation is inexact and, in some cases, even incorrect, because there are certain "Girón" beds of Pennsylvanian and others of Middle and Upper Liassic age. With the only possible exception of the Pre-Payandé, no deposits of the Girón type are known from the Triassic of Colombia.

It is recommended, therefore, to use the term "Palaeogirón" for Pennsylvanian deposits of Girón type, and "Neogirón" for those of Liassic age. The term "Girón" should be used in a pure lithostratigraphic sense only, and for beds of undetermined age.

A chart shows the chronostratigraphic position of the most important formations and formation groups of the Triassic and Liassic in Colombia.

ZUSAMMENFASSUNG

In verschiedenen Aufsätzen und geologischen Karten der letzten Jahre werden die Girón-Schichten und gleichzeitige Ablagerungen immer noch als "Jura-Trias" bezeichnet. Diese Bezeichnung ist nicht nur ungenau sondern zum Teil auch ausgesprochen falsch, denn ein Teil dieser Schichtgruppe gehört zweifellos dem Oberkarbon an, während ein anderer im Mittel- und Oberlias abgelagert wurde. Mit Ausnahme vielleicht des Pre-Payandé sind aus der Trias Kolumbiens keine Ablagerungen vom Typus der Girón-Schichten bekannt.

Es wird deshalb vorgeschlagen, die oberkarbonen Girón-Schichten als Palaeogirón und die des Lias als Neogirón zu bezeichnen. Der Name "Girón" soll ausschliesslich in lithostratigraphischem Sinne und nur für Schichten angewandt werden, deren Alter unbekannt ist.

Eine Tabelle zeigt die chronostratigraphische Stellung der wichtigsten triassischen und liassischen Formationen und Formationsgruppen Kolumbiens.

INTRODUCCION

Encima de los estratos marinos fosilíferos del Pensilvaniano Inferior y debajo de los del Cretáceo, descansan en la Cordillera Oriental de Colombia varias formaciones de muy diferente constitución litológica que son muy pobres en fósiles y cuya posición cronostatigráfica fue por lo tanto, bastante dudosa hasta hace pocos años. Se suele designarlas en su totalidad como "Jura-Triásico". Esto sucede en los mapas geológicos generales de Colombia de 1944 y 1962, en muchos otros de menor extensión regional y en casi todos los informes y artículos sobre regiones, donde afloran estas formaciones. En publicaciones más antiguas se incluyeron con frecuencia en este "Jura-Triásico" depósitos del Cretáceo basal y en otras, de fecha muy reciente, se incluyeron formaciones que evidentemente son de edad paleozoica.

Por estas razones creemos conveniente resumir nuestros conocimientos respecto a la posición cronostatigráfica de algunas de estas formaciones, hacer un ensayo para precisar la extensión vertical de otras y excluir definitivamente del "Jura-Triásico" las que son de otra edad.

PERMO-CARBONIANO

Al oeste de Bucaramanga, alrededor de la población de Girón, afloran areniscas, conglomerados y argilolitas abigarradas, que fueron designadas por A. HETTNER (1892) como estratos de Girón. Son depósitos continentales, predominantemente de una región desértica (H. BÜRGL 1961a, p. 153), las cuales según R. L. LANGENHEIM JR. (1959) se pueden subdividir en tres unidades litológicas: la inferior, de aproximadamente 750 m de espesor, consta de areniscas cuarcíticas y arcósicas de grano medio y grueso, y de argilolitas compactas y estratificadas de color gris, verde o rojo. La parte media es predominantemente arcillosa, compuesta de argilolitas y limolitas de color gris oscuro, con intercalaciones de areniscas arcósicas y argilolitas abigarradas. Esta parte tiene un espesor de 1.250 m aproximadamente. La parte superior, de unos 1.500 m de espesor, consta casi exclusivamente de areniscas arcósicas grises, de estratificación cruzada y con guijarros de 1 a 2 centímetros de diámetro.

A. HETTNER (1892), también E. A. SCHEIBE (1938) y C. SCHUCHERT (1935, p. 623) consideraron estos estratos de Girón como Cretáceo Inferior, mientras que la mayoría de los otros autores, de los cuales citamos solamente H. DE BÖCKH (1929), F. B. NOTESTEIN (en C. SCHUCHERT 1935, p. 670), P. A. DICKEY (1941), D. TRUMPY (1943), A. A. OLSSON (1956) y E. HUBACH (1957), los colocaron en el Triásico o Juratriásico. Sin embargo, W. D. BRÜCKNER (1954) colectó restos vegetales y ostrácodos en la angostura del río Lebrija, la localidad típica de la formación Girón, y los entregó al Profesor R. Kräusel y al doctor E. Triebel de la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft en Francfort del Mein (Alemania) para su determinación. El Profesor R. Kräusel reconoció los restos vegetales como helechos del grupo *Callipteridium*, de la edad carboniana o "seguramente no más moderno que Permiano". El Profesor W. J. Jongmans, de Haarlem, Holanda, confirmó esta determinación. El doctor E. Triebel identificó los ostrácodos como representantes del género *Darwinula*, conocido desde el Carboniano. Especies con escultura semejante a la de los especímenes del río Lebrija se hallaron solamente en el Carboniano; sin embargo, la información sobre los ostrácodos del Permiano y Triásico es tan fragmentaria que no se excluye una edad más moderna que Carboniano (W. D. BRÜCKNER 1954, p. 113).

En 1953, JEAN LANGENHEIM (1959, 1962) reunió una amplia colección de fósiles vegetales en la localidad típica como también en otros afloramientos de la formación Girón. En la parte más alta de la formación Las Bocas (P. A. DICKEY 1941), que descansa debajo de la formación Girón y que contiene en su parte inferior invertebrados marinos del Missisipiano más alto y del Pensilvaniano inferior, ella encontró

Mesocalamites spec. y

Cordaites spec.

y consideró las capas respectivas como Pensilvaniano inferior. En la parte media arcillosa de la formación Girón [en el sentido de R. L. LANGENHEIM JR. (1959)], colectó representantes de los géneros

Pecopteris

Callipteridium

Asterotheca

Rhodea

Calamites

Carpolithus

flora que colocó en el Pensilvaniano superior.

En conclusión, todos los paleontólogos que estudiaron restos orgánicos de la localidad típica de la formación Girón, llegaron a la conclusión de que éstos son, probable o seguramente, de edad carboniana. No hay ningún indicio que hable en favor de una edad mesozoica. Esta determinación se refiere a las partes inferior y media de la formación Girón, mientras que la edad de la parte superior, areniscosa, en la cual no se hallaron fósiles, hasta la fecha permanece todavía dudosa.

Los estratos que afloran alrededor de las poblaciones de Girón y Lebrija, junto con las formaciones Las Bocas y Suratá, se correlacionan respecto a su edad con las arcosas del páramo de Guantiva, la formación Cucho de la cúpula de Floresta, la formación Gachalá del macizo de Quetame y el Carboniano al este de Jagua (Huila), y deben excluirse definitivamente del conjunto triásico-liásico. Hacemos hincapié sobre esto, porque aun en estudios muy recientes se sigue consignándolos como "Jura-Triásico".

LIMITE PERMIANO-TRIASICO

Los fósiles paleozoicos más modernos que conocemos de los Andes colombianos son los cefalópodos y fusulinas del flanco occidental de la serranía de Perijá (D. TRUMPY 1943, pp. 1295-1297, M. L. THOMPSON & A. K. MILLER 1949) y un espécimen de *Mooreoceras* encontrado en un guijarro aislado cerca a Guayabetal en el macizo de Quetame. Estos indican la presencia del Permiano medio y, tal vez, de la parte baja del Permiano superior. Los fósiles mesozoicos más antiguos son los del Triásico superior (Carniano) de la formación Payandé. La época de transición entre el Paleozoico y Mesozoico fue aparentemente un tiempo de movimientos tectónicos, y de actividad magmática. Todos los observadores están de acuerdo en que este diastrofismo se manifestó no tanto en plegamientos como en dislocaciones de bloques. Las rocas ígneas formadas durante esta fase tectónica fueron tratadas particularmente por L. RADELLI (1962a), quien las siguió desde la península de la Guajira y la

Sierra Nevada de Santa Marta en el norte, hasta el macizo de Garzón en el sur. En casi todos los macizos antiguos de la Cordillera Oriental, halló una sucesión de granito, microgranito, riolita y toba, predominantemente de estructura porfirítica y de una composición alcalina. Según este autor, la producción de las eruptivas no fue exactamente contemporánea en todos estos lugares sino que tuvo lugar desde el Carboniano superior (particularmente en el sur) hasta el principio del Mesozoico, y él correlaciona este diastrofismo con una fase tardía del ciclo variscico¹. El carácter alcalino de las intrusivas y extrusivas y los movimientos verticales a lo largo de fallas coloca este diastrofismo en la fase gondwana, que tiene amplia extensión e intensidad no solamente en Suramérica sino en todos los continentes del hemisferio sur.

Al oeste del macizo de Garzón, las extrusivas de esta época ocupan un área muy amplia, extendiéndose desde Altamira hasta el sur de los picos de La Fragua y casi hasta San Agustín². En esta región fueron descritas por primera vez por E. GROSSE (1930, 1935), quien las designó como "Piso porfirítico" y "Cretáceo porfirítico". También J. ROYO Y GÓMEZ (1942c, p. 271) las consideró con cierta reserva como Cretáceo "o al menos del Mesozoico".

Las extrusivas de la fase gondwana no están restringidas al flanco oriental de la Cordillera Oriental. No cabe duda alguna de que las extrusiones riodacíticas estudiadas por H. W. NELSON (1957, pp. 28, 29) en el sur de Ibagué hasta los ríos Luisa y Cucuana, las cuales alcanzan allí un espesor de hasta 500 m, pertenecen al mismo conjunto. Su posición estratigráfica en esta región sugiere una edad permo-triásica para las extrusivas, que se depositaron sobre una superficie denudada del batolito variscico de Ibagué. También la columna estratigráfica de O. Renz (en D. TRUMPY 1943, p. 1296) presenta este "basamento porfirítico" debajo del grupo de Payandé.

La actividad magmática y diastrofica de la época transicional entre el Permiano y el Triásico interesó, por lo tanto, todo el oriente andino, incluyendo el flanco oriental de la Cordillera Central. En el occidente andino, en contraste, aparentemente no hay indicios para una actividad intrusiva o volcánica en esta época. Es posible que en dicha región se depositaron sedimentos marinos que se suelen incluir en los grupos de Cajamarca y Dagua y cuya posición estratigráfica trataremos más adelante.

TRIASICO SUPERIOR

Las capas mesozoicas fosilíferas más antiguas que conocemos en Colombia son las calizas de Payandé, de edad carniana y noriana. Según O. Renz (en D. TRUMPY 1943, fig. 5) y H. W. NELSON (1957, p. 30) éstas

¹ L. RADELLI habla del "cycle orogénique hercynien". Sin embargo, el término "hercínico" no designa una fase tectónica sino la *dirección* de una cierta rama de las cordilleras que fueron formadas y solevantadas por la orogénesis variscica en Europa.

² El área que ocupan es mucho más extensa que la que muestran el Mapa Geológico General de Colombia 1:2.000.000 de 1944 y el Mapa Geológico de Colombia 1:1.500.000 de 1962.

yacen sobre una sucesión de 300 a 400 m de espesor, compuesta de conglomerados, areniscas arcóscas y argilolitas ferruginosas, que O. Renz designó como "Pre-Payandé Red Beds" y H. W. NELSON como formación Pre-Payandé. O. Renz traza una discordancia o inconformidad entre el Pre-Payandé y las calizas de Payandé y considera las "capas rojas" por lo tanto, como Triásico inferior o medio. El autor del presente trabajo cree que esta inconformidad es solamente local y que el Pre-Payandé representa una sucesión normal de la transgresión del Carniano.

La edad triásica de las calizas de Payandé se conoce ya desde 1885, cuando el señor Alejandro Lindig colectó pelecípodos cerca a Chaparral, que Mojsisovics identificó como *Pseudomonotis* (vic. *Entomonotis*) *ochotica* KEYSERLING. Según D. TRUMPY (1943) O. Renz encontró tres horizontes fosilíferos. En el inferior colectó gasterópodos, lamelibranquios (entre éstos *Myophoria jaworski* STEINMANN), crinoideos (*Pentacrinus*) y equínidos. La edad de este nivel es carniana. En lutitas lidíticas grises, encima de las calizas, se encontraron las amonitas

Nevadites sutanensis JAWORSKI

Nevadites cf. *lissoni* JAWORSKI

Analcites dieneri JAWORSKI

consideradas como Noriano inferior³. El nivel fosilífero más alto situado en tobas lidíticas (eftaníticas) de color parduzco contiene en abundancia *Entomonotis ochotica* KEYSERLING, fósil guía del Noriano, que tiene amplia dispersión en los Andes peruanos y chilenos (E. JAWORSKI 1920, 1922, G. STEINMANN 1929, pp. 53-65, W. F. JENKS, 1951, etc.).

Las calizas de Payandé y Chaparral están en parte metamorfoseadas por la intrusión de magmas granodioríticos y monzoníticos (H. W. NELSON 1957, p. 32). Otra característica se refiere al hecho de que en la localidad típica, las canteras de Cemento Diamante en Payandé, están atravesadas por diques de magnetita.

Calizas cristalinas en asociación con areniscas o cuarcitas calcáreas y liditas (eftanitas) oscuras, granodioritas y magnetitas se encuentran en muchos sitios de la Cordillera Central. Las observamos en la carretera principal a 22 km. al oeste de Ibagué, en el río Magdalena al NE de San Agustín (Huila), en La Cristalina en la carretera Mocoa-Pasto (J. ROYO Y GÓMEZ 1942a, pp. 106 y 147, Caliza de Pompeya, J. A. BUENO 1953, pp. 56-62), en Buesaco en el Departamento de Nariño (J. ROYO Y GÓMEZ 1942 muestra 808, p. 106, J. A. BUENO 1953, pp. 34-43) y 1 km. al oeste de El Peñol (Nariño). De la misma posición cronostratigráfica es aparentemente el nivel calcáreo-lidítico en la parte media del grupo de Dagua (H. W. NELSON 1957, pp. 50-54, E. HUBACH 1957, p. 22) que se observa por ejemplo a 7 km. al oeste de La Elsa en la carretera Cali-Buenaventura. Ha sido particularmente E. Hubach quien en repetidas oportunidades ha llamado la atención sobre las analogías que existen entre la formación Pa-

³ W. J. ARKELL, B. KUMMEL & C. W. WRIGHT (1957, p. 158) colocan estos géneros en el Anisiano-Ladiniano, mientras que E. Jaworski y otros, los colectaron en conjunto con *Entomonotis ochotica* en varias localidades suramericanas.

yandé y la parte media del grupo de Dagua por un lado, y por el otro los horizontes calcáreo-lidíticos del grupo de Cajamarca (H. W. NELSON 1957, pp. 14-25). Las observaciones en el terreno nos enseñan que la parte media del grupo de Dagua es contemporánea del grupo de Payandé y una parte del grupo de Cajamarca (este último es la facies metamórfica del grupo de Dagua y de formaciones paleozoicas).

Este nivel calcáreo-lidítico tiene amplia extensión en las Cordilleras Central y Occidental. Quiero anotar que se halló también en el extremo norte de la Cordillera Central, en la perforación Caimancito 1 de la Colombiana Petroleum Company. Es probablemente el mejor guía estratigráfico que presenta el Precretáceo del Occidente Andino.

El Pre-Payandé tampoco está restringido a los alrededores de Payandé y Chicoral; su conglomerado basal lo observamos por ejemplo en la orilla oriental del río Magdalena cerca al puente de Oritoguas, 16 km. al norte de Pitalito (Huila).

Después de su sedimentación, como se observó anteriormente, las formaciones Pre-Payandé fueron intruídas por magmas granodioríticos y monzoníticos, que transformaron las calizas en mármoles y las capas arenosas y lidíticas en cornubianitas (H. W. NELSON 1957, p. 32). Estas inyecciones tienen amplia extensión en la Cordillera Central, porque se presentan prácticamente en todos los lugares donde las calizas afloran. H. W. Nelson las considera de edad jurásica. Como interesaron también, en un grado mucho menor, las capas basales del Post-Payandé, es probable que pertenezcan al mismo clan magmático de las extrusivas del Liásico medio que trataremos posteriormente.

LIASICO INFERIOR

El próximo nivel con fósiles marinos, que facilitan una determinación cronostratigráfica, lo constituyen las lutitas y calizas de la laguna de Morrocoyal al SW de El Banco (Fig. 1). Según D. TRUMPY (1943, p. 1299), E. Hubach colectó en éstas *Arietites* y *Psiloceras* (?), fuera de peces y de plantas. W. J. ARKELL (1956, p. 587) considera todos los especímenes ilustrados por D. TRUMPY (pl. 1, figs. 4-6) como pertenecientes al género *Arnioceras* HYATT 1867, pero el autor del presente estudio opina que la figura 5 de D. TRUMPY representa un verdadero *Arietites* WAAGEN 1867. *Arnioceras* y *Arietites* se encuentran, a veces en conjunto, en el Sinemuriano inferior (Zona de *Arietites bucklandi*) de Ecuador oriental (H. J. TSCHOPP 1945, 1948, W. J. ARKELL 1956, R. HOFSTETTER 1956), Perú (N. TILMANN 1917, G. STEINMANN 1929, J. V. HARRISON 1943) y Argentina (O. BEHRENDSEN 1892), en lo general en lutitas oscuras, bituminosas, con bancos delgados de caliza silicosa o dolomítica. En la formación Santiago de Ecuador éstas alcanzan un espesor de 1.500 m (H. J. TSCHOPP 1945, 1953, R. HOFSTETTER 1956).

Como en Colombia el nivel fosilífero más alto del Triásico es Noriano y el más bajo del Liásico es Sinemuriano, faltan por lo tanto hasta la fecha, indicios seguros para la presencia del Rhetiano y Hettangiano. Sin embargo, es posible que en este intervalo se coloquen las lutitas silicosas

negras y areniscas cuarcíticas con calizas silicosas delgadas, que O. Renz observó en la quebrada de Los Indios al SW de Fundación, en el margen occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (D. TRUMPY 1943, p. 1299). Estas capas contienen gasterópodos y lamelibranquios mal conservados y pequeñas estherias, que D. TRUMPY considera como relacionadas a las de la formación Montebel, en el macizo de Arcabuco (Liásico superior) (p. 19). Sin embargo, capas con moluscos y estherias se encuentran en los Andes también en el Rhetiano y Hettangiano (E. JAWORSKI 1913), y es posible que la fauna de la quebrada de Los Indios pertenezca a estos pisos. Nuevas colecciones de fósiles en este lugar ayudarían apreciablemente a resolver el problema.

El Liásico Inferior parece estar representado además, en los grupos de Dagua y Cajamarca. Es en particular la parte alta del grupo de Dagua en el sentido de H. W. NELSON (1957, p. 53), correspondiente a la formación Espinal de E. HUBACH & B. ALVARADO 1934, la que queremos colocar en este nivel. Las "liditas de apariencia arenosa, característicamente negras, también verdosas violáceas, muy duras, cruzadas por venas de cuarzo" (E. HUBACH 1957, p. 22), presentan afinidades litológicas por una parte con las capas de la quebrada de Los Indios, y por la otra con las lutitas hettangianas y sinemurianas de Ecuador y del Perú. De las últimas, la formación Espinal de Colombia se diferencia esencialmente por la ausencia de capas calcáreas. Sin embargo, esto no sorprende si se toma en cuenta la posición más occidental de la formación Espinal respecto al rumbo del geosinclinal andino. En este aspecto llamamos especialmente la atención sobre la presencia de radiolarios en la formación Espinal (H. W. NELSON 1957, p. 53), los cuales se conocen por ejemplo en el Perú "solamente en el Liásico Inferior" (G. STEINMANN 1929, p. 68).

En la Cordillera Central, el Liásico Inferior puede estar representado por las filitas cuarcíticas que reposan debajo de las "diabasas metamórficas" (H. W. NELSON 1957, p. 19) en ambos flancos de esta cordillera.

LIMITE LIASICO INFERIOR Y MEDIO

Las lutitas oscuras y calizas fosilíferas de la laguna de Morrocoyal y las capas de la quebrada de Los Indios están superyacidas por "capas rojas, lutitas, areniscas y conglomerados, con muy gruesos derrames, en lo general de composición ácida, tobas volcánicas y aglomerados de color gris, amarillo o purpúreo" (D. TRUMPY 1943, p. 1299). Estas rocas representan otro horizonte guía que se puede seguir por extensas zonas de la región andina, no solamente de Colombia sino también del Ecuador (serie volcánica del río Pastaza, miembro Misahuallí de la formación Chapiza, H. J. TSCHOPP 1953, R. HOFFSTETTER 1956) y de Chile y Patagonia (H. J. HARRINGTON 1962, p. 1794).

En Colombia este nivel de intrusivas y extrusivas ácidas e intermedias tiene su máximo desarrollo a lo largo del pie oriental de la Cordillera Central, de la Sierra Nevada de Santa Marta y en la península de la Guajira (Fig. 2). Ocupa siempre las partes basales de la misma sucesión sedimentaria continental que en la región Chaparral-Ibagué se llama Post-

Payandé (H. W. NELSON 1957, Post-Payandé Red Beds D. TRUMPY 1943), en los Departamentos de Santander y Norte de Santander "Girón"; y en la Guajira, formación Guasasapa del grupo Cojoro (O. RENZ 1962). En su parte inferior predominan tobas y derrames riolíticos y dacíticos; en la superior, productos de composición andesítica (Fig. 1). Con frecuencia (O. STUTZER 1934, E. A. SCHEIBE 1938) fueron descritos como pórfidos felsíticos brechosos. Sin embargo, se debe tener sumo cuidado respecto a las descripciones petrográficas de los autores más antiguos, porque en aquellos tiempos no se separaron las eruptivas del Liásico Medio de las del límite permiano-triásico, como por ejemplo A. E. SCHEIBE (1938, pp. 48-49) en el "grupo de los pórfidos cuarzosos".

En los estratos más antiguos (Payandé, Morrocoyal, etc.), los mismos magmas se manifiestan en forma de rocas intrusivas, y se puede también distinguir en ellos una sucesión desde rocas ácidas hasta básicas (granodiorita-monzonita-diorita-gabbro).

Las rocas eruptivas de este nivel tienen su máximo espesor y extensión en la zona limítrofe entre la Cordillera Central y la Oriental, pero no están restringidas a ésta. En la Cordillera Central están representadas por las "diabasas metamórficas" de la parte superior del grupo de Cajamarca, en la depresión del Quindío entre Cajamarca y Armenia (H. W. NELSON 1957, pp. 19-20, fig. 8) y cerca a Pitayó al NE de Popayán. Parece que al mismo nivel, por lo menos en parte, pertenece el "conjunto verduoso-porfirítico" que J. ROYO Y GÓMEZ (1942b, pp. 225-227) distinguió en la cuenca del Juanambú (Departamento de Nariño), rocas que E. GROSSE (1935b) también incluyó en el "Cretácico porfirítico". En el grupo de Dagua entre Cali y Buenaventura no se observaron efusivas que pudieran corresponder a este nivel.

LIASICO MEDIO Y SUPERIOR

La formación "par excellence" de este nivel es el "Girón" como lo entiende actualmente la mayoría de los geólogos del país. Su localidad y sección típicas nunca fueron precisadas, pero se pueden considerar como éstas, la parte sur de la carretera Duitama (Boyacá) - Charalá (Santander), donde fue estudiada detalladamente por R. L. LANGENHEIM (1959) y J. LANGENHEIM (1959, 1962).

En esta sección, tales autores distinguen tres unidades litológicas que son:

c) parte superior: 400 m de arcosas y conglomerados arcósicos de color rojo, con intercalaciones de limolita y argilolita roja.

b) parte media: 100 m de argilolita gris oscura, con intercalaciones de limolita y arenisca fina.

a) parte inferior: arcosa de color gris acero y limolita micácea.

La parte media, que se suele llamar formación Montebel (D. TRUMPY 1943, p. 1301) contiene numerosos restos de plantas, estherias, ostrácodos y moluscos de agua dulce. W. BOCK (1953a, b) describió de estas capas la estheria *Howellisaura colombiana* y la atribuyó una edad "rética

o un poco más moderna"; pero en una carta dirigida a R. L. LANGENHEIM (1959 p. 45) le explicó que con esto quería expresar que esa forma no era más antigua que el Rético aunque podría ser más moderna, ya que no estaba relacionada con ninguna forma triásica. Sin embargo, la mayoría de los autores asignaron después a la formación Montebel una edad rética.

JEAN LANGENHEIM (1959, 1962) colectó en estas capas numerosos restos vegetales, entre los cuales identificó:

Sagenopteris cf. *nilssoniana* (BRONGIART)

Elatocladus spec.

Elatocladus (*Brachyphyllum*) spec.

Elatocladus (*Pagiophyllum*) spec.

Otozamites spec.

Zamites spec.

Podozamites spec.

Cladophlebis (*Coniopteris*) spec.

Asterotheca spec.

Ginkgophytes

Cycadolepis

Sphenopteris

y atribuyó a esta flora una edad jurásica.

Al sur de Floridablanca, 50 m debajo de la sección de la mesa de Ruitoque, medida por R. L. LANGENHEIM (1959), JEAN LANGENHEIM (1962, pp. 113-114) colectó una flora semejante, la cual también considera de edad jurásica.

La formación Montebel, la parte media del "Girón jurásico", contiene algunos bancos delgados de caliza arenosa con moluscos de agua dulce o salobre (R. L. LANGENHEIM JR. 1959, p. 42). Capas salobres y marinas con braquiópodos, caracterizan la formación Rancho Grande, la parte media del grupo Cojoro, en la península de la Guajira (O. RENZ 1960).

También en varios otros lugares de la Cordillera Oriental se hallaron capas marinas intercaladas en las formaciones Girón y Post-Payandé. A este respecto nos referimos a D. TRUMPY (1943, p. 1300), quien informa que O. Renz encontró un horizonte calcáreo con lamelibranquios y tal vez, fragmentos de amonitas indeterminables cerca al tope de las capas rojas próximo a Manaure en el Valle Cesar⁴. H. W. NELSON (1957, p. 34) observó bancos calcáreos intercalados en capas rojas en el Post-Payandé entre Coyaima y Ataco. En el estado actual de nuestros conocimientos parece lo más probable que estas capas marinas se correlacionan con las

⁴ Unos 20 km al NNW, cerca de Urumita, H. KARSTEN (1856) colectó *Ammonites santafecinus* D'ORBIGNY, *Ammonites neoggerathii* KARSTEN, *Olcostephanus bous-singaulti* (D'ORBIGNY), *Ptychoceras humboldtianus* KARSTEN, *Crioceratites duvalii undulatus* (KARSTEN), fauna del Hauteriviano. Pero esto no excluye que la fauna colectada por O. Renz cerca a Manaure no sea de edad liásica.

formaciones Montebel y Rancho Grande. Para un mejor conocimiento de este nivel, serán de gran interés datos más precisos sobre el contenido fosilífero de estas capas, que tentativamente consideramos como contemporáneas (Figs. 2 y 3).

Las consideraciones estratigráficas llevan a la conclusión de que el "Girón Jurásico" y los conjuntos contemporáneos, el Post-Payandé en los Departamentos del Tolima y Huila y el grupo Cojoro en la Guajira, son más modernos que las capas fosilíferas de Morrocoyal, es decir, que el Sinemuriano. Estos deben ocupar, por tanto, niveles desde el Pliensbachiano Inferior en adelante. Esta colocación está muy de acuerdo con los resultados de W. BOCK y JEAN LANGENHEIM.

El único sitio donde se hallaron fósiles marinos determinables del Liásico Medio (Pliensbachiano) o Superior (Toarciano) es el valle del río Batá, en la parte septentrional del macizo de Quetame (H. BÜRL 1961c). Aflora allí una sucesión de areniscas con marcas de oleaje y de conglomerados de 1.300 m de espesor. La parte alta falta debido a una falla que pone este conjunto en contacto con el Berriasiano. La posición estratigráfica encima del Carboniano y también ciertas semejanzas litológicas, la correlacionan con la formación Girón (jurásico) al norte y el Post-Payandé al sureste⁵. En capas litológicamente muy semejantes a la formación Montebel se encontraron bancos de lumaquelas con impresiones y moldes de

Trigonia aff. literata YOUNG & BIRD

Trigonia (Geratrigonia) kurumensis KOBAYASHI

Trigonia lingonensis DUN.

Estas formas son del Liásico Medio y Superior.

Lo más probable es que estas capas fosilíferas de Santa María de Batá, como también las formaciones Montebel, Rancho Grande, las capas marinas de Manaure y Coyaima-Ataco, fueron todas depositadas durante una invasión marina al principio del Toarciano (Liásico Superior). Posteriormente este mar somero fue rellenado con sedimentos, y al final del Liásico se depositaron otra vez capas continentales que reposan sobre las formaciones Montebel y Rancho Grande (Figs. 2 y 3). Con éstas termina el conjunto triásico-liásico en la Cordillera Oriental. Los estratos siguientes pertenecen ya a las transgresiones del Malm y del Infracretáceo.

DOGGER Y MALM

En Colombia no hay indicios de una sedimentación durante el Bajociano y Bathoniano. Particularmente el Bathoniano es una edad de regresión en todos los Andes (H. J. HARRINGTON 1962, p. 1795) y es probable que también en el Occidente Andino de Colombia la sedimentación

⁵ E. HUBACH (1957, p. 64) opina que en el Departamento de Cundinamarca no ocurre el Girón. Sin embargo, posteriormente se halló también en la perforación Raspe 1, al norte de Girardot.

haya cesado. Este problema está estrechamente vinculado con el de la delimitación del grupo de Dagua y del grupo Diabásico. A base de las amonitas que le fueron entregadas por el museo geológico de la Universidad del Cauca, H. BÜRGL (1961, p. 156, fig. 17) supuso que "las rocas del Pesar", que constituyen la parte basal del grupo Diabásico (E. HUBACH 1957, p. 16), eran de edad calloviana. Pero E. Hubach gentilmente informó al presente autor, que los especímenes que éste determinó como *Lamberticeras* y *Quenstedtoceras* no provenían de "las rocas del Pesar" de Coconuco, como lo indicaba la etiqueta de dicho museo.

Nuevas colecciones efectuadas por los doctores Raúl Ordóñez, Francisco Zambrano y el autor del presente y de manera particular la hecha recientemente por el doctor Collin J. Campbell contienen buenos especímenes de *Oxytropidoceras carbonarium* (GABB), *Oxytropidoceras trinitense* (GABB) e *Hysterocheras* aff. *bucklandi* (SPATH). Esta fauna es por lo tanto, del Albiano Medio alto, como fue supuesto por E. HUBACH & B. ALVARADO (1934) y E. HUBACH (1957, p. 16).

En el Departamento del Cauca como también en el Departamento de Antioquia, el grupo Diabásico comienza con el Albiano, mientras que las capas barremiano-aptianas de San Jerónimo (Loma Hermosa, G. BOTERO ARANGO 1963) y el horizonte fosilífero de Berlín con fósiles aptianos (H. BÜRGL & L. RADELLI 1962) se incluyen todavía en el grupo de Dagua. El grupo Diabásico es entonces más moderno que la intrusión del batolito de Antioquia (110 a 100 millones de años), y su principio es contemporáneo con la gran transgresión albiana muy bien conocida del Oriente Andino.

Hasta la fecha carecemos de datos concretos sobre la presencia del Jurásico Medio y Superior en el occidente andino. Sin embargo, la transgresión titoniana en la cuenca de Cundinamarca (H. BÜRGL 1961, fig. 19) pudo llegar solamente del occidente andino, y tenemos que suponer que por lo menos durante el Jurásico Superior esta región estaba ocupada por el mar y las capas correspondientes se incluyen en el grupo de Dagua.

CRETACEO INFERIOR

Desde que L. G. MORALES & AL. (1958) delimitaron y definieron la formación Tambor como las capas transgresivas del Cretáceo⁶ sobre el Mesozoico Inferior y el Paleozoico de la Cordillera Oriental, prácticamente sucedió que las capas cretáceas no fueron confundidas con el "Jura-Triásico". Sin embargo, esto debe tenerse en cuenta cuando se usan datos de la literatura antigua. Como ejemplos a este respecto citamos la cúpula de Floresta (G. BOTERO RESTREPO 1950) y la "cuarcita de Cocuy" (A. HETTNER 1892).

En la columna estratigráfica generalizada de la región de Floresta, G. BOTERO RESTREPO (1950, lám. 54) presenta conglomerados de 400 m de espesor y encima 100 m de areniscas rojo-violáceas, "pebble bands" y arcillas abigarradas como Jura-Triásico. En realidad no existe ni un solo

⁶ Predominantemente del Hauteriviano; algunas veces se designan erróneamente también las capas transgresivas del Albiano como Tambor.

afloramiento de estratos juratriásicos en la cúpula de Floresta. Los conglomerados gruesos pertenecen al Carboniano y las areniscas y argilolitas abigarradas representan la base del Hauteriviano (formación Tambor), que allí reposa discordantemente sobre granito, Devoniano (formación Floresta), Carboniano (formación Cuche) y restos erosivos del Berriásico (J. ROYO Y GÓMEZ 1942d, O. HAAS 1960).

La localidad donde aflora la cuarcita de Cocuy nunca fue claramente precisada. V. OPPENHEIM (1940) presenta la fotografía de una cima con su pendiente oriental como un afloramiento típico de esta cuarcita o arenisca. La Sierra Nevada del Cocuy comprende dos altos de este tipo: la oriental con los cerros de La Plaza (4.957 m) y la occidental, con el Pan de Azúcar (5.210 m). El primer cerro consta de areniscas y lutitas carbonáceas con *Weichselia peruviana* (NEUMANN), que corresponden a la arenisca de Cáqueza (Hauteriviano) en Cundinamarca. El Pan de Azúcar también consta de areniscas, a veces conglomeráticas, las cuales por su rica fauna albiana en su base se correlacionan claramente con las areniscas de Ubaque y Une, que allí también reposan discordantemente sobre lutitas negras y calizas del Barremiano. La "cuarcita de Cocuy" pertenece, por lo tanto, al Hauteriviano o al Albiano, y no tiene nada que ver con el Jura-Triásico (Fig. 4).

CONCLUSIONES

En los párrafos anteriores se demostró que el término "Jura-Triásico" es muy poco adecuado para la designación de unidades estratigráficas en Colombia. Las únicas unidades que, tal vez, puedan corresponder a esta designación, son partes de los grupos de Dagua y Cajamarca en el Occidente Andino. En el Oriente Andino disponemos de suficientes datos paleontológicos para evitar el término impreciso "Jura-Triásico".

Sin embargo, una dificultad apreciable representa el término "Girón". Hemos señalado que éste se aplica a sedimentos de facies gondwana de muy diferentes edades: por un lado, a depósitos continentales del Carboniano Superior, y por el otro a estratos del Liásico Medio y Superior. E HUBACH (1957, p. 62-65) abarca todas las formaciones triásico-liásicas del oriente andino bajo el término "grupo de Girón". JEAN LANGENHEIM (1962, pp. 99-100) recomienda restringir el término "Girón" a los estratos continentales pensilvanianos y extender el nombre "formación Montebel" a todo el "Girón liásico".

En nuestro concepto, ni uno ni otro procedimiento es aceptable. El nombre "Girón" es en primer lugar un término litostratigráfico, es decir, que designa una sucesión de rocas de una constitución definida, independiente de su edad. Por otra parte, se necesitan términos sencillos para distinguir los dos niveles cronostatigráficos del Girón. Por tal razón, recomendamos designar los estratos pensilvanianos de la población Girón como *Paleogirón*, y los estratos litológicamente semejantes del Liásico como *Neogirón*. El término Girón queda, pues, para designar estratos del tipo Paleogirón y Neogirón de edad geológica indeterminada. Estos tres términos se definen así:

Paleogirón: Unidad cronostratigráfica.

Localidad típica: los alrededores de las poblaciones de Girón y Lebrija en Santander.

Sección típica: las partes inferior y media del Girón en la angostura del río Lebrija (R. L. LANGENHEIM JR. 1959, p. 41, figs. 2 y 3).

Edad: Pensilvaniano superior (J. LANGENHEIM 1962, p. 118).

Neogirón: Unidad cronostratigráfica.

Localidad típica: macizo de Arcabuco entre Duitama y Charalá.

Sección típica: carretera Duitama-Charalá, entre la falla de Boyacá al suroeste, y la base de la formación Tambor al noroeste (R. L. LANGENHEIM JR. 1959, p. 42, fig. 4).

Edad: (Rhético?)-Jurásico según J. LANGENHEIM 1962, p. 118. Liásico Medio y Superior (Pliensbachiano-Toarciano) según el presente autor.

Nota: La formación Montebel (D. TRUMPY 1943) representa la parte media del Neogirón.

Girón: Término litostratigráfico que designa capas de la constitución litológica como el Paleogirón y Neogirón, cuya edad geológica no está definida.

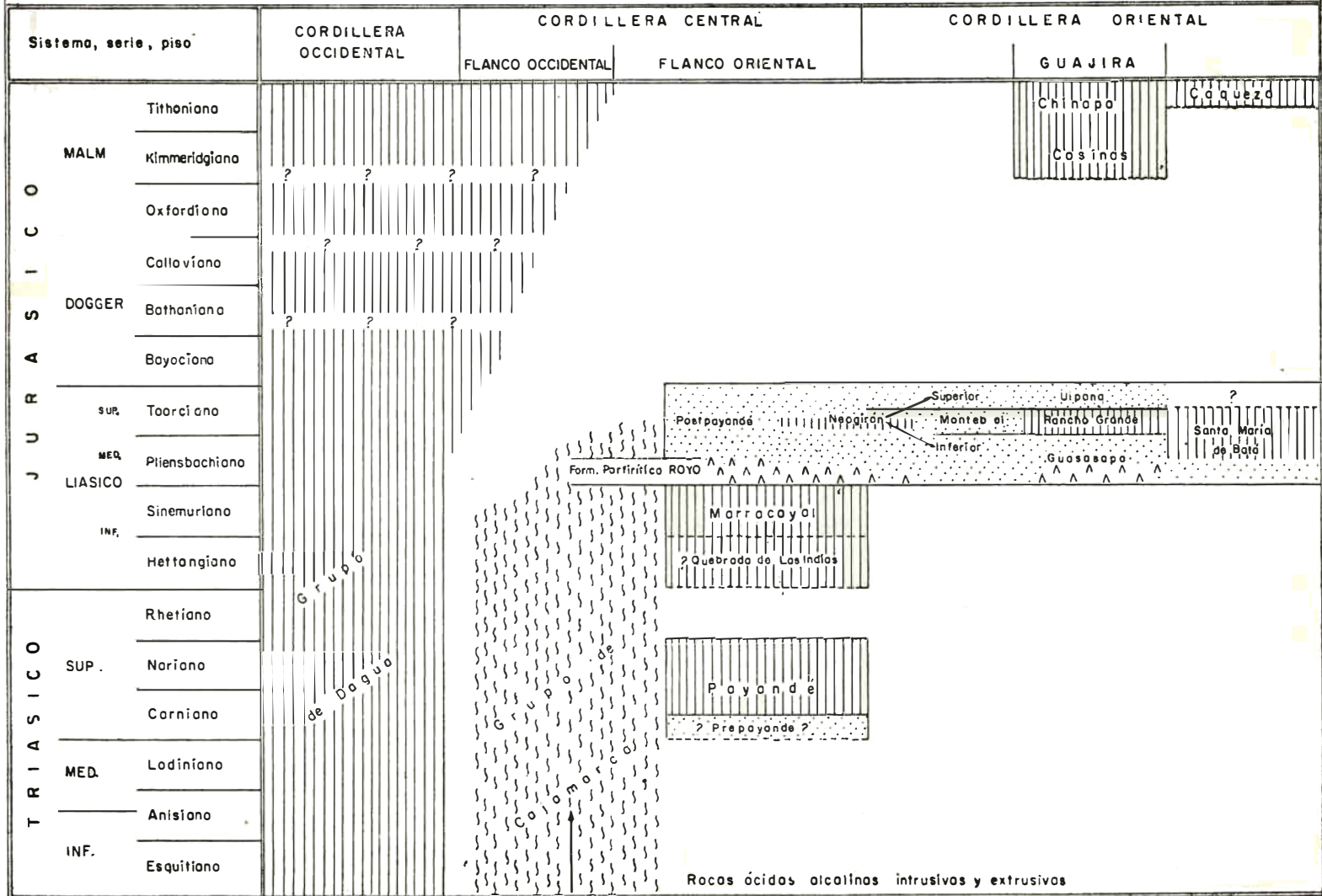
CORRELACION DE LAS FORMACIONES DEL TRIASICO Y LIASICO EN COLOMBIA

||||| Facies marina

||||| Facies marina metamórfica

..... Facies continental

▲▲▲▲ Facies volcánica y piroclástica



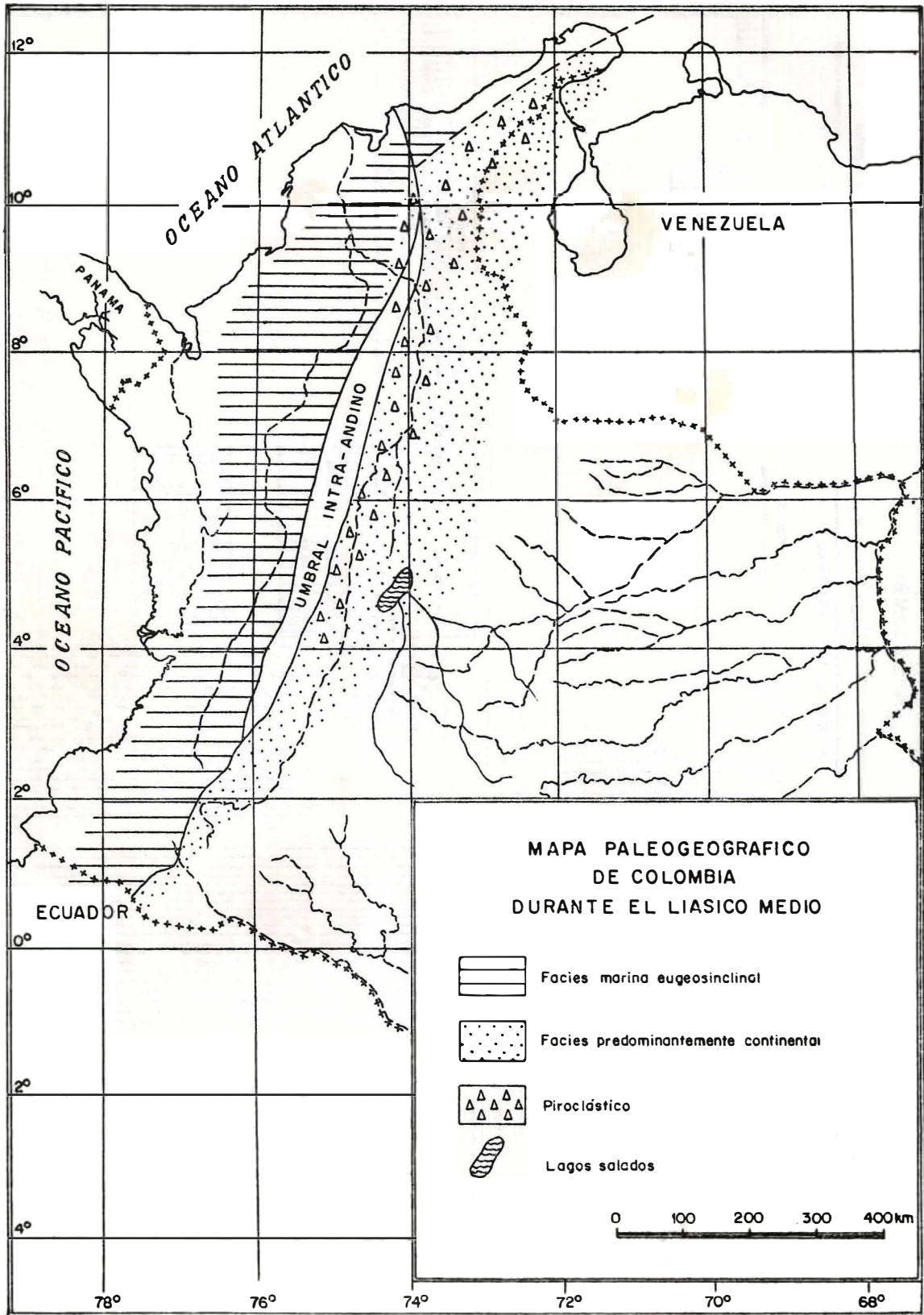


Fig. 2

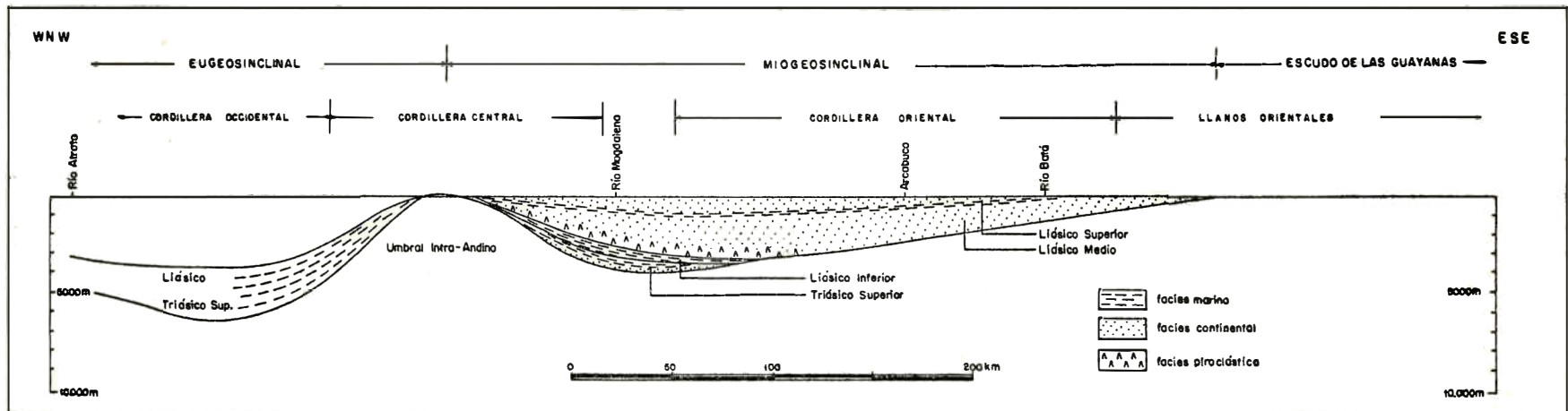


Fig. 3 Corte hipotético a través de la región andina de Colombia al fin del Liásico

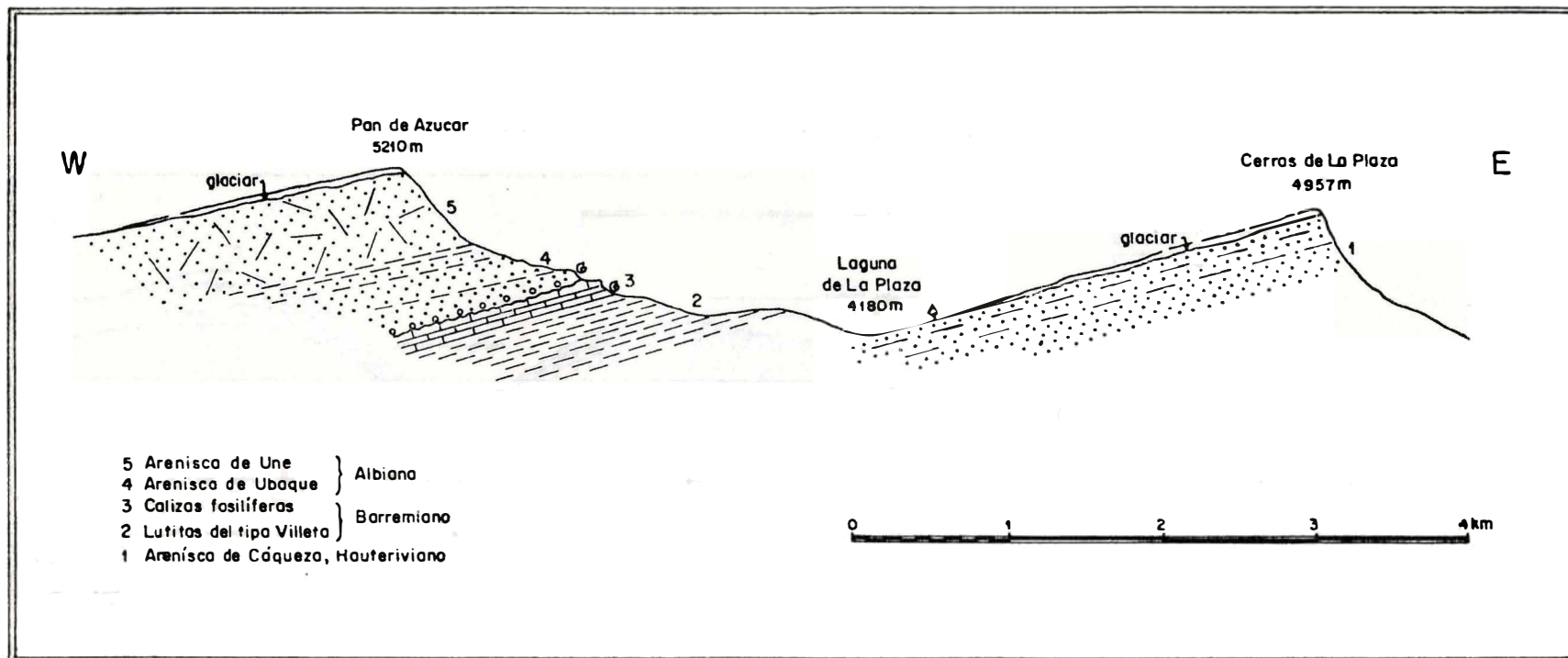


Fig. 4 Corte esquemático a través de la Sierra Nevada de Cocuy, a base de datos suministrados por T. Van der Hammen y Brian Moser.

BIBLIOGRAFIA

- ARKELL, W. J. (1956). Jurassic Geology of the World. 806 pp., 46 pls., 28 tabl., Hafner New York.
- ARKELL, W. J., KUMMEL, B. & WRIGHT, C. W. (1957). Mesozoic Ammonites. En R. C. MOORE, Treatise on Invertebrate Paleontology, part L 4, pp. L80-L437, figs. 125-555, Geol. Soc. Amer.
- BEHRENDSEN, O. (1892). Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., vol. 43, p. 369., vol. 44, p. 1.
- BOCK, W. (1953a). American Triassic Estherids. Journ. Paleont., vol. 27, pp. 62-76, pls. 11-13.
- BOCK, W. (1953b). *Howellissaura*, new name for *Howellites* BOCK. Journ. Paleont., vol. 27, p. 759.
- BÖCK, H. DE (1929). En J. W. GREGORY, The Structure of Asia. Londres.
- BOTERO ARANGO, G. (1963). Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia. Anales de la Facultad de Minas, N° 57, 101 pp., 2 pl., 15 figs., 13 cuadros, Medellín.
- BOTERO RESTREPO, G. (1950). Reconocimiento geológico del área comprendida por los municipios de Belén, Cerinza, Corrales, Floresta, Nobsa y Santa Rosa de Viterbo, Departamento de Boyacá. Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 8, pp. 245-311, lám. 48-90, Bogotá.
- BRÜCKNER, W. D. (1954). Note on some fossils from the Girón Group in the río Lebrija Valley, Department of Santander, Colombia. Journ. Paleont., vol. 28, pp. 112-113.
- BUENO, J. A. (1953). Informe sobre algunos yacimientos calcáreos de posible aplicación para producir cal agrícola para el Departamento de Nariño. Bol. Geol., vol. 1, N° 1, pp. 29-80, 5 figs., Bogotá.
- BÜRGL, H. (1961a). Historia Geológica de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact., Fis. y Nat., vol. 11, N° 43, pp. 137-191, 41 figs., Bogotá.
- BÜRGL, H. (1961b). El Jurásico e Infracretáceo del río Batá, Boyacá. Bol. Geol., vol. 6, N° 1-3, pp. 129-168, 5 figs., 1 pl., Bogotá.
- BÜRGL, H. & RADELLI, L. (1962). Nuevas localidades fosilíferas en la Cordillera Central de Colombia (S. A.). Geol. Colomb. N° 3, pp. 133-138, Bogotá.
- CAMPBELL, C. J. (1962). A guide book describing a section through the Cordillera Oriental of Colombia between Bogotá and Villavicencio. Colombian Soc. Petrol. Geol. & Geophys., 29 pp., 1 pl., Bogotá.
- CAMPBELL, C. J. & BÜRGL, H. (1964). A section through the Eastern Cordillera of Colombia. En la prensa.
- DICKEY, P. A. (1941). Pre-Cretaceous sediments in Colombia. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 25, pp. 1789-1795.
- GROSSE, E. (1930). Acerca de la geología del sur de Colombia (Informe rendido al Ministerio de Industrias sobre un viaje al Huila y Alto Caquetá). Bol. Min. Petrol., vol. 4, N° 23-24, pp. 413-472, Bogotá. Reimpreso en 1935a, Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 3, pp. 31-137, 47 figs., 1 mapa, Bogotá.
- GROSSE, E. (1935). Acerca de la geología del sur de Colombia II, Patía y Nariño. Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 3, pp. 138-231, figs. 49-85, 2 pls., Bogotá.
- HAAS, O. (1960). Lower Cretaceous Ammonites from Colombia, South America. Amer. Mus. Nat. Hist., N° 2005, 62 pp., 147 figs., New York.

- HARRINGTON, H. J. (1962). Paleogeographic Development of South America. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 46, N° 10, pp. 1773-1814, 34 figs.
- HARRINGTON, H. J. & KAY, M. (1951). Cambrian and Ordovician Faunas of Eastern Colombia. Journ. Paleont., vol. 25, pp. 655-668, 2 pls.
- HARRISON, J. V. (1943). The geology of the central Andes in part of the province of Junín, Perú. Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 99, p. 1, London.
- HETTNER, A. (1892). Die Kordillere von Bogotá. Petermanns Mitt., Erg. Heft. 104, 131 pp., figs., Gotha.
- HOFFSTETTER, R. (1956). Ecuador. Lex. Stratigr. Intern., vol. 5, fasc. 5ª, 191 pp., Paris.
- HUBACH, E. (1957). Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Inst. Geol. Nal., Informe N° 1212, Bogotá.
- HUBACH, E. & ALVARADO, B. (1934). Estudio geológico de la ruta Popayán-Bogotá. Serv. Geol. Nal., Informe N° 213, inédito, Bogotá.
- HUBACH, E. & ALVARADO, B. (1945). La altiplanicie de Paletará, Departamento del Cauca. Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 6, pp. 39-59. 3 pls., Bogotá.
- JAWORSKI, E. (1920). Die Marine Trias in Südamerika. Centr. Bl. Min. etc., Jahrg. 1920, Nos. 21-22, pp. 381-383, Stuttgart.
- JAWORSKI, E. (1922). Die Marine Trias in Südamerika. N. Jahrb. f. Min. etc., Beilagebd. 47, pp. 93-200, pls. 4-6, 4 figs., Stuttgart.
- KARSTEN, H. (1856). Über die geonostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Venezuela, Neu-Granada und Ecuador. Aml., Ber. d. Naturf. Ges. Wien, 116 pp., 2 mapas, 6 pls., Viena.
- JENKS, W. F. (1951). Triassic to Tertiary stratigraphy near Cerro de Pasco, Perú. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 62, pp. 203-220, 2 figs.
- LANGENHEIM, J. H. (1959). Preliminary Notes on Plant Fossils from Late Paleozoic and Early Mesozoic Rocks in the Cordillera Oriental of Colombia. Bol. de Geol., N° 3, pp. 51-53. Bucaramanga.
- LANGENHEIM, J. H. (1962). Late Paleozoic and Early Mesozoic Plant Fossils from the Cordillera Oriental of Colombia and Correlation of the Girón Formation. Bol. Geol., vol. 8, Nos. 1-3, pp. 95-132, 36 figs., Bogotá.
- LANGENHEIM JR., R. L. (1959). Preliminary report on the stratigraphy of the Girón formation in Santander and Boyacá. Bol. de Geol., N° 3, pp. 35-50, 4 figs., Bucaramanga.
- MORALES, L. G. & COLOMBIAN PETROLEUM INDUSTRY (1958). General Geology and Oil Occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. En L. G. WEEKS, Habitat of Oil. Symp. Amer. Assoc. Petrol. Geol., pp. 641-695, 20 figs., Tulsa.
- NAVAS, G. J. (1962). Geología del Carbonífero al norte de Bucaramanga. Bol. de Geol., N° 11, pp. 23-32, 3 figs., 1 lám., Bucaramanga.
- NAVAS, G. J. (1963). Estudio estratigráfico del Girón al W del Macizo de Santander. Bol. de Geol., N° 12, pp. 19-33, 2 figs., Bucaramanga. fots., Bogotá.
- NELSON, H. W. (1957). Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali. Leidse. Geol. Meded., deel 22, pp. 1-76, 6 lám., Leiden.
- NELSON, H. W. (1963a). Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental. Sección carretera Cali-Buenaventura. Bol. Geol., vol. 10, Nos. 1-3, pp. 81-108, 12 fots., Bogotá.
- NELSON, H. W. (1963b). Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia. Sección entre Ibagué y Armenia. Bol. Geol., vol. 10, pp. 161-202, 3 figs., 12 fots., Bogotá.

- OLSSON, A. A. (1956). Colombia. En W. F. JENKS, Handbook of South American Geology, Geol. Soc. Amer. Memoir 65, pp. 294-326, 2 figs.
- OPPENHEIM, V. (1940). Jurassic-Cretaceous (Girón) Beds in Colombia. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 24, Nº 9, pp. 1612-1619.
- PINSON JR., W. H., HURLEY, P. M., MENCHER, E. & FAIRBAIRN, H. W. (1962) K-Ar and Rb-Sr Ages of Biotites from Colombia, South America. Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 73, pp. 907-910.
- RADELLI, L. (1962a). Les formations eruptives hercyniennes de la Cordillère Oriental de Colombie. Geol. Colomb., Nº 3, pp. 99-124, 15 figs., Bogotá.
- RADELLI, L. (1962b). Un cuadro preliminar de las épocas magmáticas de los Andes colombianos. Geol. Colomb., Nº 3, pp. 97-97, Bogotá.
- RENZ, O. (1960). Geología de la parte sureste de la península de la Guajira (República de Colombia). Bol. de Geol., Publ. Espec. Nº 3, pp. 317-349, 9 pls., Caracas.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1942a). Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo. Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 53-180, 40 figs. Bogotá.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1942b). La cuenca hidrográfica del Juanambú, Departamento de Nariño. Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 213-252, 11 figs., 2 pls., Bogotá.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1942c). Contribución al conocimiento de la geología del valle superior del Magdalena (Departamento del Huila). Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 261-326, 33 figs., 2 mapas, Bogotá.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1942d). Contribución a la paleontología de la región Paipa-Duitama-Santa Rosa (Boyacá). Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 45-51, Bogotá.
- SCHIEBE, E. A. (1938). Estudios geológicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia. Estud. Geol. y Paleont. Cord. Oriental de Colombia, pt. I, pp. 1-58, 5 lám., 11 fots., Bogotá.
- SCHUCHERT, C. (1935). Historical Geology of the Antillean-Caribbean Region. 811 pp., 16 mapas, 107 figs., John Willey & Sons, Inc., New York and London.
- STEINMANN, G. (1929). Geologie von Perú. 448 pp., 9 lám., 1 mapa, Carl Winter, Heidelberg.
- STUTZER, O. (1934). Contribución a la geología de la península de la Guajira. Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 2, pp. 211-243, figs. 46-58, Bogotá.
- THOMPSON, M. L. & MILLER (1949). Permian fusulinids and cephalopods from the vicinity of the Maracaibo basin in northern South America. Journ. Paleont., vol. 23, Nº 1, pp. 1-24, 8 pls.
- TILMANN, N. (1917). Die Fauna des unteren Lias in Nord und Mittelperú. N. Jahrb. f. Min. etc., Beilagebd. 41, p. 628, Stuttgart.
- TRUMPY, D. (1943). Pre-Cretaceous of Colombia. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 54, pp. 1281-1304, 1 pl., 6 figs.
- TSCHOPP, H. J. (1945). Bosquejos de la geología del Oriente Ecuatoriano. Bol. Inst. Sudamer. Petrol., vol. 1, Nº 5, p. 466, Lima.
- TSCHOPP, J. J. (1948). Geologische Skizze von Ekuador. Bull. Schweiz. Petrol. Geol. u. Ing., vol. 15, p. 14, Basel.
- TSCHOPP, H. J. (1953). Oil exploration in the Oriente of Ecuador. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 37, Nº 10, pp. 2303-2347, 7 figs.

**LA FLORA DEL POLEN
DEL PALEOCENO DE COLOMBIA**

(Con 5 planchas)

POR

THOMAS VAN DER HAMMEN
JEFE - PALEOBOTANICA

CECILIA GARCIA DE MUTIS
AUXILIAR - PALEOBOTANICA

INFORME No. 1339

SEPTIEMBRE DE 1959

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1964

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Polyplacoidites nov. fgen | 37 |
| Polyplacoidites vanegensis nov. spc. | 37 |
| Monocolpites proxapertitoides nov. spc. | 38 |
| M. proxapertitoides var. proxapertitoides nov. var. . . | 38 |
| M. proxapertitoides var. reticulatus nov. var. | 38 |
| Monocolpites regio nov. spc. | 38 |
| Monocolpites franciscoi VAN DER HAMMEN | 38 |
| Monocolpites franciscoi var. franciscoi var. nov. | 38 |
| Monocolpites franciscoi var. pachyexinatus var. nov. | 39 |
| Monocolpites franciscoi var. minutus var. nov. | 39 |
| Monocolpites ruedae VAN DER HAMMEN | 39 |
| Monocolpites microreticulatus nov. spc. | 39 |
| Monocolpites medius grupo | 39 |
| Monocolpites gemmatus VAN DER HAMMEN | 40 |
| Proxapertites operculatus (VAN DER HAMMEN) | 40 |
| Proxapertites terciaria nov. spc. | 40 |
| Diporites magdalenensis nov. spc. | 40 |
| Syncolporites lisamae VAN DER HAMMEN | 41 |
| Stephanocolpites scabratus nov. spc. | 41 |
| Stephanocolpites gemmatus nov. spc. | 41 |
| Stephanocolpites verrugatus nov. spc. | 41 |
| Stephanocolpites lisamae nov. spc. | 41 |
| Stephanocolpites vanegensis nov. spc. | 42 |
| Triporites spc. | 42 |
| Tricolpites paleocenica nov. spc. | 42 |
| Tricolpites microreticulatus VAN DER HAMMEN | 42 |
| Tircolpites herrerae VAN DER HAMMEN | 43 |
| Tricolpites perforatus nov. spc. | 43 |
| Tricolpites pomarius nov. spc. | 43 |
| Tricolpites santanderianus VAN DER HAMMEN | 43 |
| Tricolpites spc. | 43 |
| Tricolporites annae VAN DER HAMMEN | 44 |
| Tricolporites annaeoides nov. spc. | 44 |
| Heterocolpites paleocenica nov. spc. | 44 |
| Tetradites magnus VAN DER HAMMEN | 44 |
| Psilatriteles spc. | 45 |
| Bibliografía | 45 |

Las primeras especies de polen del Paleoceno fueron descritas en VAN DER HAMMEN, 1954. Una especie se redescubrió en VAN DER HAMMEN, 1956.

Las asociaciones de especies y los cambios climáticos del Paleoceno fueron descritos y discutidos en VAN DER HAMMEN, 1957 a, y la correlación palinológica de sedimentos de esta edad en VAN DER HAMMEN, 1957 b.

Se describen aquí las especies nuevas halladas en el Paleoceno, y se mencionan las que se encontraron pero que ya se habían descrito anteriormente del Maestrichtiano o del Eo-Oligoceno. Forma por lo tanto este artículo un catálogo de las principales especies de polen del Paleoceno de Colombia.

Casi todos los holotipos se encontraron en las muestras utilizadas para el diagrama general (VAN DER HAMMEN, 1957 a).

Los términos utilizados en las siguientes descripciones corresponden casi todos a las definiciones de IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950. Se emplea aquí la nomenclatura sistemática publicada en VAN DER HAMMEN, 1956 b.

Todas las muestras fueron preparadas mediante el tratamiento de Schulze, en el Laboratorio de Paleobotánica del Servicio Geológico Nacional.

Polyplacodites nov. fgen.

Granos de Polen poliplicados.

Genotipo: *Polyplacodites vanegensis* (Foto 3).

Polyplacodites vanegensis nov. spec.

Descr: Poliplicado. Hay una zona lisa en cada polo, de ± 10 micrones de diámetro. Tamaño del grano: + 34 micrones de largo por $\pm 19-23$ micrones de ancho; index pollinis relativamente variable; exina más gruesa en las áreas polares; número de "pliegues" + 30-50. A veces la exina se abre por uno de los "pliegues" simulando un colpo.

Holotipo: Placa F I, 73, Col. S. G. N. (HB 284) Foto 3.

Tamaño 34 x 23 micrones. Carbón, región de Lebrija, Paleoceno, Zona C.

Relación natural: este tipo de polen se encuentra en ciertas especies de *Ephedra*, pero también en *Spathyphyllum* (Araceae). Los granos de polen de *Spathyphyllum* tienen un área lisa más grande que *Ephedra*, y *Polyplacodites vanegensis* se asemeja por tal razón más a esta Araceae. *Spathyphyllum* es hoy día muy común en los morichales y es muy interesante el hecho de que los granos de polen de *Polyplacodites vanegensis* aparezcan casi al mismo tiempo que los granos de polen de *Mauritia*.

Monocolpites proxapertitoides nov. spc.

Descr.: Monocolpado, foveolado hasta reticulado, tamaño 40-60 micrones. El diámetro de las lúminas es de 0.5 - 0.6 micrones. Colpo largo, en general mayor que la longitud visible del grano, a veces casi circular; en algunas ocasiones el colpo puede ser algo más corto que la longitud visible del grano. El tamaño de las lúminas individualmente es muy variable. Se pueden distinguir por lo menos dos variedades, aunque parece que existen tipos intermedios entre ambas: uno con escultura foveolada y otro con escultura reticulada.

Holotipo: Placa F III, 22 (Cat. Ha - 457). Foto 1. Tamaño 29 micrones. Lutita carbonosa, región de Tibú (Catatumbo), Paleoceno, Zona A.

M. proxapertitoides var. *proxapertitoides* nov. var.

Escultura foveolada.

Holotipo: *M. proxapertitoides*, Placa F III, 22. Col. S. G. N. (Cat. Ha 457). Foto 1. (Véase arriba).

M. proxapertitoides var. *reticulatus* nov. var.

Escultura reticulada.

Holotipo: Placa F III, 22, Col. S. G. N. (Cat. Ha - 457). Foto 2.

Tamaño 45.5 micrones. Lutita carbonosa, región de Tibú (Catatumbo), Paleoceno Zona A.

Monocolpites regio nov. spc.

Descr.: Monocolpado, escultura muy fina, micro-reticulado, micro-foveolado. Colpo en la mitad aparentemente con margo, no muy bien definido. Grano de polen ovalado, alargado (index pollinis 2). Colpo largo, del mismo tamaño o algo más corto que la longitud visible del grano. Tamaño del grano: longitud 47-53 micrones; lat. 20-25 micrones.

Holotipo: Placa F I, 73, Col. S. G. N. (HB - 284). Foto 4. Tamaño 48 x 24 micrones. Carbón, región de Lebrija, Paleoceno, Zona C.

Relación natural: *Monocolpites regio* debe pertenecer a una planta de la familia de las Palmae.

Monocolpites franciscoi VAN DER HAMMEN

1956 *Monocolpites franciscoi* VAN DER HAMMEN 1956, p. 112, fig. 2.

Se pueden distinguir diferentes variedades, que en ciertos detalles menores difieren del holotipo.

Monocolpites franciscoi var. *franciscoi* var. nov.

Corresponde a la descripción y al holotipo de *Monocolpites franciscoi*.

Monocolpites franciscoi var. *pachyexinatus* var. nov.

Exina más gruesa (+ 2 micrones), espinas anchas (+ 2-2,5 micrones en la base).

Holotipo: Placa F I, 78. Col. S. G. N. (muestra HB - 285). Foto 5. Tamaño 49 micrones. Carbón, Vanegas (Valle del río Lebrija); Paleoceno, Zona C más superior (en el límite con el Eoceno).

Monocolpites franciscoi var. *minutus* var. nov.

Granos de polen más pequeños (holotipo 39 micrones); espinas relativamente pequeñas, en parte curvadas.

Holotipo: Placa V I, 92. Col. S. G. N. (muestra HB - 268), Foto 6. Tamaño 39 micrones. Carbón, Vanegas (Valle del río Lebrija), Paleoceno Zona C.

Relación natural: Estas especies con sus variedades pertenecen a las *Mauritiae* (Palmae), y la mayoría probablemente al género *Mauritia*.

Monocolpites ruedae VAN DER HAMMEN

1954 *Monocolpites ruedae* VAN DER HAMMEN, 1954, p. 86, pl. 2.

El holotipo (PL. C I, 23, Col. S. G. N., Suesca, Maestrichtiano Zona C), tiene 27 micrones, es transparente (exina casi incolora), ligeramente aplanado en un lado, y tiene espinas muy bien definidas de + 1-3 micrones de largo. El colpo no es muy definido.

En algunos ejemplares del Paleoceno (PL. F V, 47 Col. S. G. N.), las espinas están colocadas en forma densa y parecen irradiar de manera muy regular desde un punto situado en el centro del grano.

Por lo demás son idénticas al holotipo de *Monocolpites ruedae*.

Aunque quizás se justificaría establecer una variedad, nos abstendremos por ahora de hacerlo.

Monocolpites microreticulatus nov. spc.

Descr.: Monocolpado, finamente reticulado. Diámetro máximo de las láminas 1 micrón, pero la mayoría son más pequeños. Tamaño del grano + 17-18 micrones. El holotipo tiene 17.5 micrones de largo y 14.5 micrones de ancho.

Holotipo: Placa F V, 43. Col. S. G. N. (RL-8) Foto 7.

Tamaño véase arriba. Carbón, región de Lebrija.

Paleoceno, base de la Zona C.

Monocolpites medius grupo

Monocolpites minutus, *Monocolpites huertasi*, *Monocolpites medius* y *Monocolpites grandis*. (Véase VAN DER HAMMEN, 1954, pp. 87 y 88, plancha 1), se encuentran en el Paleoceno. Una descripción amplia de *Monocolpites medius* VAN DER HAMMEN, se encuentra en VAN DER HAMMEN, 1956, p. 112, fig. 1.

La diferencia entre las cuatro especies se halla principalmente en el tamaño:

- M. minutus: 20-24 micrones
- M. huertasi: 25-27.5 micrones
- M. medius: 30-37.5 micrones
- M. grandis: 39-45 (-60) micrones.

Relación natural: Palmae.

Monocolpites gemmatus VAN DER HAMMEN

1954 *Monocolpites gemmatus* VAN DER HAMMEN 1954, p. 88 y plancha 2.

El holotipo (Placa C I, 23, Col. S. G. N., Suesca, Maestrichtiano Zona B), tiene 22.5 micrones y una ligera variación (*M. gemmatus* "B"), igualmente 22.5 micrones. Monocolpado, microgemado, las gemas formando a veces como un retículo incompleto, o colocadas irregularmente. Esta especie del Maestrichtiano es también muy común en el Paleoceno.

Proxapertites operculatus (VAN DER HAMMEN)

1956 *Proxapertites operculatus* (VAN DER HAMMEN) 1956, p. 113, pl. I, fig. 3.

Sinónimo: *Monocolpites operculatus* VAN DER HAMMEN 1956, p. 89, pl. 5. Se pueden observar ciertas diferencias entre los ejemplares de esta especie, en parte de tamaño (de 35 hasta 65 micrones) y en parte de estructura (entre foveolado y reticulado). No obstante parece difícil establecer si se trata de verdaderas variedades, o simplemente de variedades individuales. Véase foto 8.

Relación natural: cf. *Astrocaryum acaule*.

Proxapertites terciaria nov. sp.

Descr.: Granos de polen muy grande + 130 micrones (pero variable) con una "abertura" muy grande (\pm 90 micrones, variable) y + irregular (como en *Proxapertites operculatus*). Tectum perforado y grandes "columnellas". Hay algún parecido con *Monocolpites humbertoides*.

Holotipo: Pl. F V, 56, Col. S. G. N. Foto 16.

Tamaño: 128 micrones. Carbón, región de Lebrija, Paleoceno.

Relación natural: Esta especie debe pertenecer a las Anonaceae.

Diporites magdalenensis nov. sp.

Descr.: Diporado, microrreticulado. Poros sin anillo, a veces algo alargados, semejando colpos cortos. Diámetro de los poros hasta + 10 micrones.

Las lúminas del retículo son más pequeñas que un micrón. Muros relativamente anchos. Espesor de la exina 1-1.5 micrones. El tamaño varía entre + 30-40 micrones de longitud y entre + 20-30 micrones de ancho.

Un lado del grano es frecuentemente más convexo que el otro.
Holotipo: Placa F V, 41. Col. S. G. N. (RL - 11). Foto 9.
Otro ejemplar F V, 43, Col. S. G. N. (RL - 8). Foto 10. Carbón, región Lebrija, Paleoceno Zona C.

Syncolporites lisamae VAN DER HAMMEN

1954 *Syncolporites lisamae* VAN DER HAMMEN 1954, p. 91, pl. 10.
Descr.: Sincolporado, escabrado hasta microverrugado. La exina es algo más gruesa y oscura cerca a los poros, formando así una especie de anillo. Tamaño + 18-21 micrones. La exina en los intercolpos es delgada. La altura de los elementos de escultura es de + 0,5 micrones, la zona del anillo es silada.

Esta especie fue descrita del Maestrichtiano, pero es común también en la Zona A del Paleoceno y se encuentra igualmente más arriba.

Stephanocolpites scabratus nov. spc.

Descr.: Estefanocolpado, escabrado, tectado. Las columnelas son claramente visibles en sección óptica; el espesor de la exina es de 1-2 micrones, 5 colpos. El tamaño es de + 37 micrones.

Holotipo: F III, 22, Col. S. G. N. (Cat. 457). Foto 11.
Tamaño 37 micrones, Carbón, Catatumbo, Paleoceno.

Stephanocolpites gemmatus nov. spc.

Descr.: Estefanocolpado, gemado, 5 colpos. El diámetro de las gemas es variable, hasta 2 micrones. El espesor de la exina es de 3-4 micrones (incluyendo las gemas). El área polar es relativamente grande. Tamaño + 33 micrones.

Holotipo: Pl. F III, 22, Col. S. G. N. (Cat. 457). Foto 12.
Tamaño 33.5 micrones. Carbón, Catatumbo, Paleoceno.

Stephanocolpites verrugatus nov. spc.

Descr.: Estefanocolpado, verrugado. El diámetro de las verrugas es variable, en general + 1 - 1,5 micrones. 5 colpos cortos. El área polar es grande. Tamaño + 40 micrones.

Holotipo: Pl. F III, 22, Col. S. G. N. (Cat. 457). Foto 13.
Tamaño 40.5 micrones. Carbón, Catatumbo, Paleoceno.

Stephanocolpites lisamae nov. spc.

Descr.: Estefanocolpado, finamente granulado, aparentemente escabrado (microverrugado). Colpos relativamente cortos, con una especie de margo grueso semejando "costillas". Los colpos y las costillas tienen un aspecto muy irregular, de manera que es muy difícil contar los colpos (6?). Forma redonda. Tamaño + 30 micrones.

Holotipo: F I, 78, Col. S. G. N. (HB 285). Foto 14.

Tamaño 30 x 30 micrones. Carbón, región de Lisama. Paleoceno parte alta de la Zona C.

Stephanocolpites vanegensis nov. spc.

Descr.: Estefanocolpado, escabrado, 4 colpos, que se abren bastante hacia la superficie (vista polar). El área polar + 9 micrones. Ligera indicación de margo. El tamaño es de \pm 37 micrones.

La exina es aparentemente delgada.

Holotipo: Pl. F I, 78, Col. S. G. N. (HB 285). Foto 15.

Tamaño 37 x 37 micrones. Carbón, región de Lebrija, Paleoceno, parte alta de la Zona C.

Triporites spc.

Hay varias especies de *Triporites* en el Paleoceno, difíciles de distinguir de (o idénticas a) las especies del Maestrichtiano, *T. iverseni*, *T. annulatus*, etc.), de tamaños entre + 20 - 30 micrones. Algunos son más triangulares (con lados planos), otros tienen la exina aparentemente más delgada, o parecen ser escabrados. No se describen aquí nuevas especies, por falta de buen material para holotipos.

Tricolpites paleocenica nov. spc.

Descr.: Tricolpado, silado, hasta escabrado, tamaño 50 micrones.

Exina muy gruesa, 2.5 - 3 micrones, más gruesa (hasta 4 micrones), cerca a los colpos. Superficie ligeramente irregular, a veces semejando una escultra escabrada. Con inmersión se pueden distinguir localmente pequeñas perforaciones (fovólas) irregulares. Los colpos, en vista polar, se abren bruscamente hacia la superficie. Área polar relativamente grande, + 16 micrones, index del área polar + 0,35.

Holotipo: Pl. F II, 98. Col. S. G. N. (Cat. 472). Foto 17.

Vista polar 50 - 51 micrones, Carbón, Catatumbo, Paleoceno, Zona B.

Tricolpites microreticulatus VAN DER HAMMEN

1954 *Tricolpites microreticulatus* VAN DER HAMMEN 1954, p. 95. pl. 2.

El holotipo (Placa VI, 70. Col. S. G. N., Santa Rosita, Maestrichtiano, base de la Zona C) es tricolpado y microrreticulado. El retículo es más fino hacia los colpos y hay una zona más o menos silada bordeando los colpos; pero falta en los extremos de ellos. Área polar es pequeña. Tamaño + 20 micrones, en vista polar.

Los ejemplares del Paleoceno corresponden exactamente a esta descripción; el tamaño en vista polar puede ser hasta de 25 micrones. Se encontró en la muestra RL 7 (en el límite de las Zonas A y B) en la muestra RL 13 (en la Zona C) y Cat. 472 en la Zona B).

Tricolpites herrerae VAN DER HAMMEN

1954 *Tricolpites herrerae* VAN DER HAMMEN 1954, p. 95, plancha 8.

El holotipo (Placa F I, 34, Col. S. G. N., Suesca, Maestrichtiano, Zona A) es tricolpado y finamente reticulado. El espesor de la exina es claramente visible en sección óptica (+ 1 micrón). El área polar es pequeña, tamaño + 23 micrones.

Los ejemplares del Paleoceno son idénticos a esta especie descrita del Maestrichtiano.

Tricolpites perforatus nov. spc.

Descr.: Tricolpado, tectum perforado. Exina, fuera de los huecos del tectum, silada. Collumellae muy grandes. Los huecos del tectum son muy grandes en el área polar (hasta 5.5 micrones de diámetro), y mucho más pequeños hacia el ecuador (+ 0.5 micrones).

Colpos relativamente cortos, y área polar relativamente grande.

Espesor de la exina + 3 micrones, ectexina \pm 1.5 micrones.

Forma subesferoidal. Tamaño \pm 45-55 micrones. Encontrado en las Zonas A y B del Paleoceno.

Holotipo: Placa F II, 97, Col. S. G. N. (Cat. 473). Foto 18.

Tamaño 54 x 49 micrones. Carbón, Catatumbo, Paleoceno, Zona B.

Tricolpites pomarius nov. spc.

Descr.: Tricolpado; microfoveolado (hasta microreticulado), especialmente en el área polar, menos en la zona ecuatorial. Tamaño + 25 micrones. Forma subesferoidal. Colpos cortos (+ 12 micrones) con margo.

Área polar relativamente grande. Espesor de la exina + 1 micrón.

Holotipo: Placa F II, 98, Col. S. G. N. (Cat. 472). Foto 19.

Tamaño 25.5 x 24 micrones. Carbón, Catatumbo, Paleoceno, Zona B.

Tricolpites santanderianus VAN DER HAMMEN

1954 *Tricolpites santanderianus* VAN DER HAMMEN, 1954, p. 94, pl. 8.

El holotipo se encuentra en la placa F I, 73. Col. S. G. N. (HB 284); carbón, región de Lebrija, Paleoceno, Zona C.

Es tricolpado y silado hasta foveolado, pero parece que la mayoría de las que semejan "fovéolas" son en realidad una especie de alvéolas entre las collumellas. Collumellas muy claras y grandes. Espesor de la exina hasta de 3 - 4 micrones. Tamaño + 53 micrones.

Tricolpites spc.

Varias especies de *Tricolpites* que son micro-reticulados hasta "granulados" y silados, se encuentran con cierta frecuencia en el Paleoceno. El tamaño varía de + 18 - 25 micrones. Son en general muy parecidas a ciertas especies del Maestrichtiano, y es difícil encontrar ejemplares que

muestran las diferencias claramente; por tal razón no describimos aquí nuevas especies.

Tricolporites annae VAN DER HAMMEN

1954 *Tricolporites annae* VAN DER HAMMEN, 1954, p. 96, pl. 9.

El holotipo de esta especie se encuentra en la placa F I, 73. Col. S. G. N. (HB 284), región de Lebrija, Carbón, Paleoceno, Zona C. Es tricolporado (los poros en general casi invisibles), reticulado. Forma + redonda. Colpos cortos con margo. El área polar y la zona alrededor de los colpos son un retículo grueso, y un retículo fino en las zonas centrales de los intercolpos. Tamaño + 47 - 53 micrones.

Relación natural: Bombacaceae.

Tricolporites annaeoides nov. spc.

Descr.: Tricolporado (los poros son en general casi invisibles), reticulado. Forma + redonda. Colpos cortos con margo. Área polar y zona alrededor de los colpos con un retículo grueso, y un retículo fino en las zonas centrales de los intercolpos. Es muy parecido al *Tricolporites annae*, pero la exina y el retículo cerca a los poros son más gruesos; los muri son granulados hasta microfoveolados, el margo de los colpos + pronunciado y saliente.

Tamaño: + 40 - 43 micrones.

Holotipo: Placa VI, 87. Col. S. G. N. (HB 283). Tamaño 41.5 micrones, región de Lebrija, Carbón, Paleoceno, Zona C.

Relación natural: Bombacaceae.

Heterocolpites paleocenica nov. spc.

Descr.: Heterocolpado, silado, tectado. El espesor de la exina en el área polar es + 0.5 micrones, y algo más gruesa hacia el ecuador. Los poros no son muy bien marcados. Tamaño en el holotipo 24.5 (de long.) x 23 micrones (de lat.). Forma subesferoidal. Polos algo aplanados. 6 colpos, tres de los cuales tienen poros. Se encontró sólo un ejemplar.

Holotipo: Placa F II, 98. Col. S. G. N. (Cat. 472). Foto 20.

Carbón, región del Catatumbo, Paleoceno, Zona B.

Relación natural: este grano pertenece probablemente a la familia de las Melastomataceae.

Tetradites magnus VAN DER HAMMEN

1954 *Tetradites magnus* VAN DER HAMMEN, 1954, p. 99, pl. 10.

El holotipo se encuentra en la Placa F I, 73, Col. S. G. N. (HB 284), carbón, región de Lebrija, Paleoceno, Zona C. Tamaño 72 x 67 micrones. Tétrade. La exina es muy gruesa, 4 - 5 micrones. La escultura es irregular, + fosulada, exina algo ondulada.

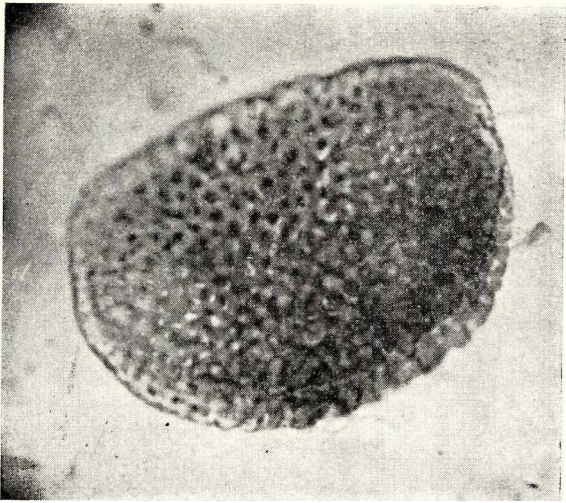
Psilatriteles spc.

Hay varias especies de *Psilatriteles*, entre ellas algunas pocas son *Psilatriteles guaduensis* VAN DER HAMMEN y *P. psilatus*, y otras del tipo de *Psilatriteles magnus* VAN DER HAMMEN, y *P. giganteus* VAN DER HAMMEN, etc.

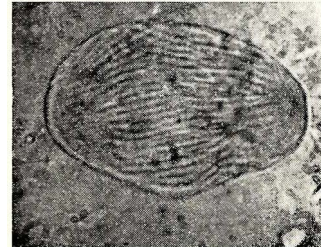
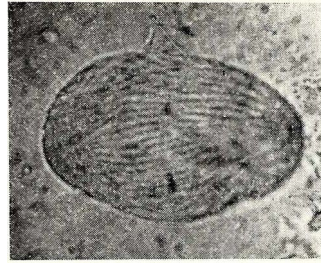
Es probable que haya varias especies nuevas, pero no se describen por falta de buen material para holótipos.

BIBLIOGRAFIA

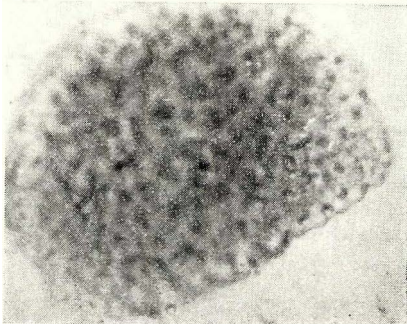
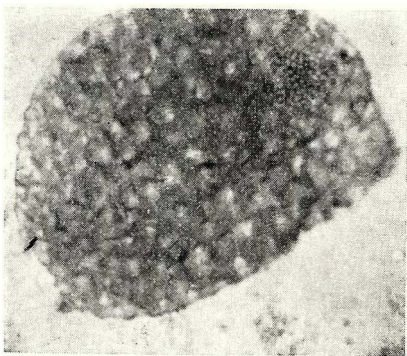
- IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950. Pollenmorphologische Definitionen und Typen. Kopenhagen.
- VAN DER HAMMEN, 1954. El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos. I Maestrichtiano hasta Terciario más inferior. Boletín Geológico, vol. II, 1, Bogotá.
- VAN DER HAMMEN, 1956 a. Descripción de algunos géneros y especies de polen y esporas fósiles. English text: Description of some genera and species of fossil pollen and spores. Boletín Geológico, vol. IV, 2-3, Bogotá.
- VAN DER HAMMEN, 1956 b. Nomenclatura palinológica sistemática. English text: A palynological systematic nomenclature. Boletín Geológico, vol. IV, 2-3, Bogotá.
- VAN DER HAMMEN, 1957 a. Periodicidad climática y evolución de floras suramericanas del Maestrichtiano y del Terciario. English text: Climatic periodicity and evolution of South American Maestrichtian and Tertiary floras. Boletín Geológico, vol. V, 2, Bogotá.
- VAN DER HAMMEN, 1957 b. Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá. Boletín Geológico, vol. V, 2, Bogotá.



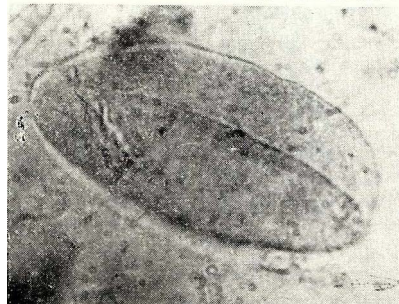
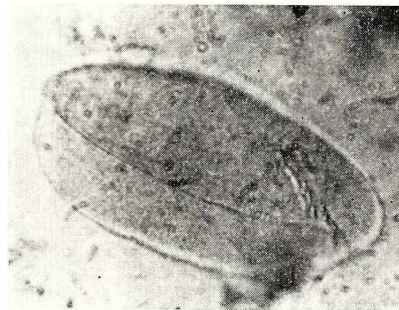
F-1 *Monocolpites proxapertitoides*



F-3 *Polyplacadites vanegensis*

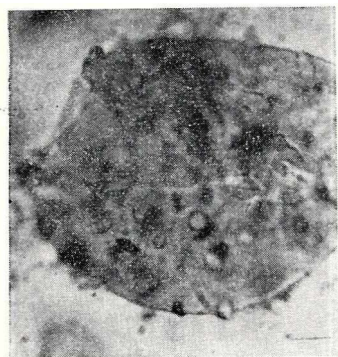


F-2 *Monocolpites proxapertitoides*

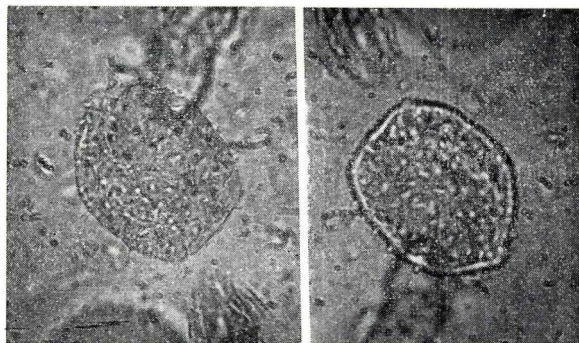


F-4 *Monocolpites regio*

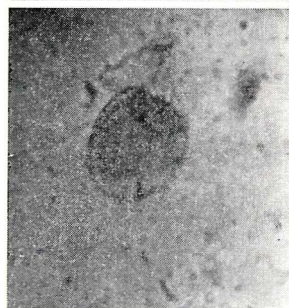
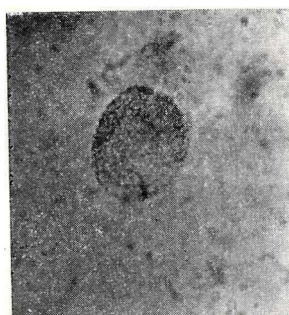
Plancha — II



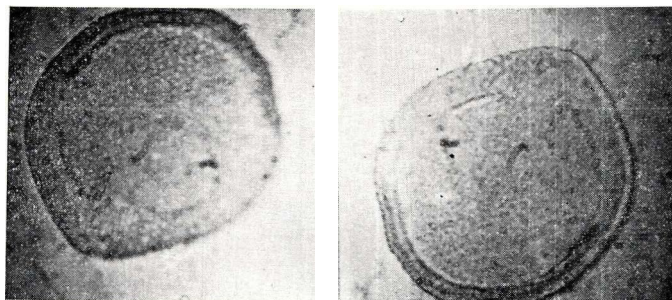
F-5 *Monocolpites franciscoi* var. *pachyexinatus*



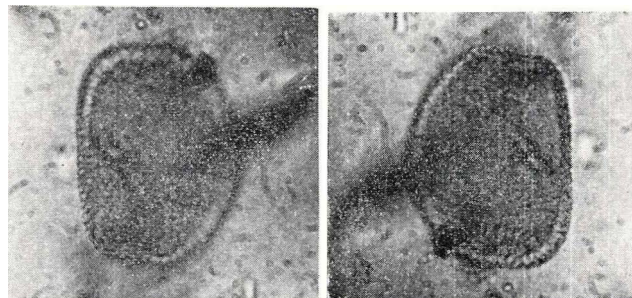
F-6 *Monocolpites franciscoi* var. *minutus*



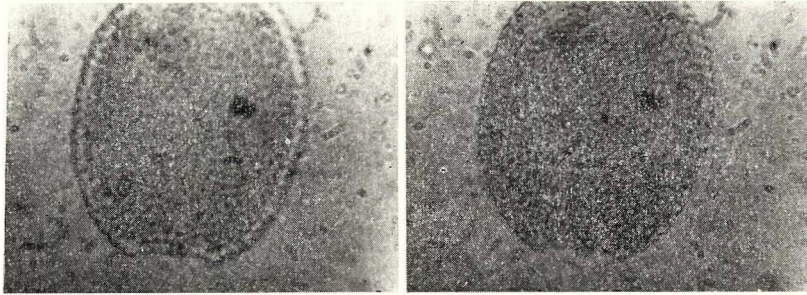
F-7 *Monocolpites microreticulatus*



F-8 *Proxapertites operculatus*

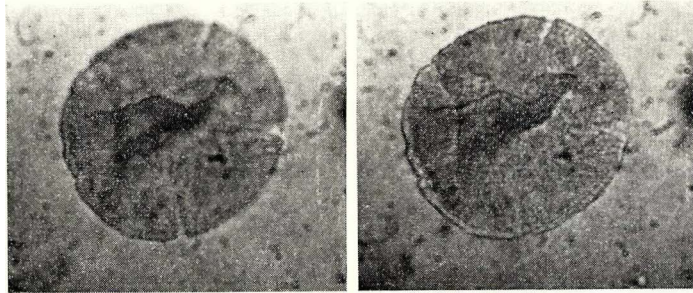


F-9 *Diporites magdalenensis*

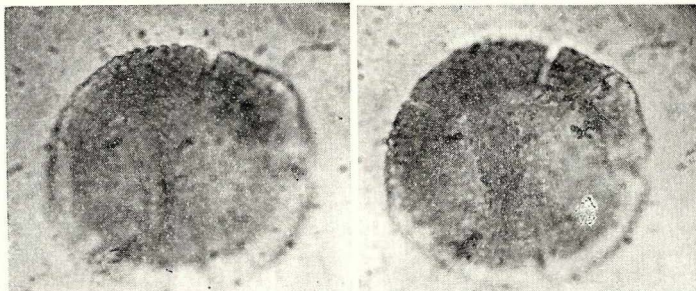
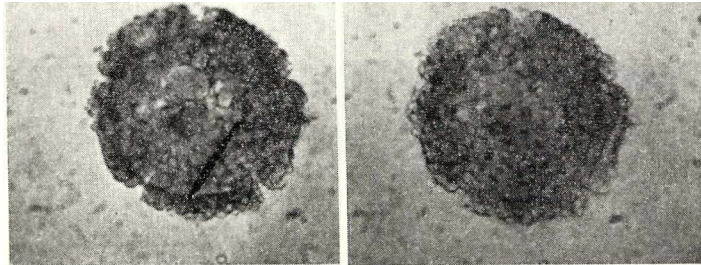


F-10 *Diporites magdalenensis*

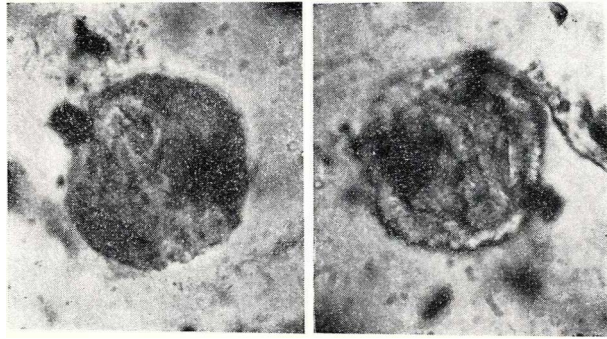
F-11 *Stephanocolpites scabratus*



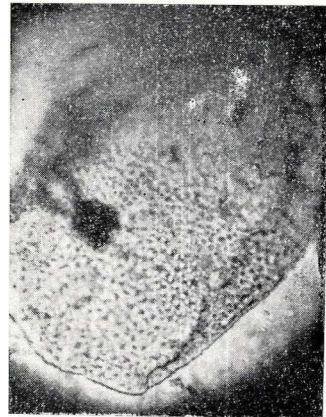
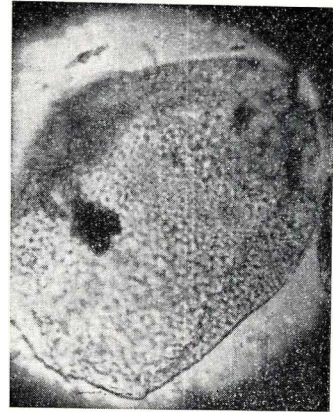
F-12 *Stephanocolpites gemmatus*



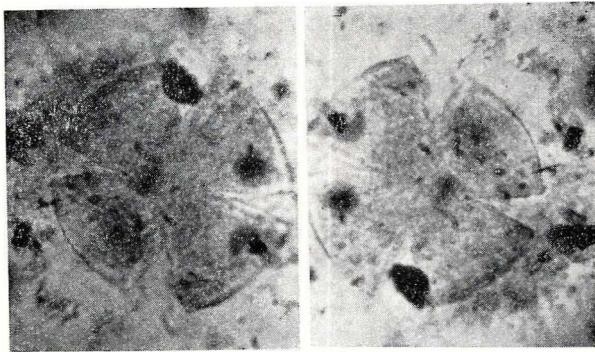
F-13 *Stephanocolpites verrucatus*



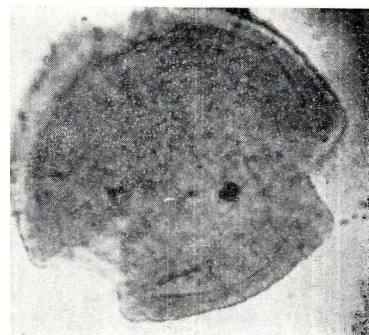
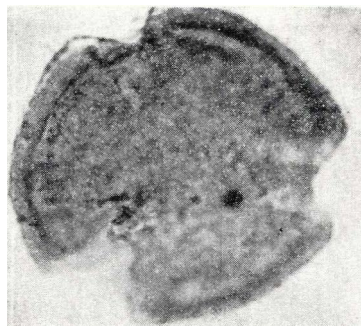
F-14 *Stephanocolpites lisamae*



F-16 *Proxapertites terciaria*

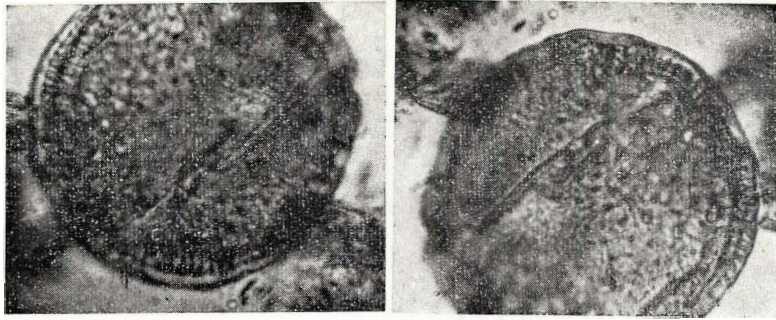


F-15 *Stephanocolpites vaneguensis*

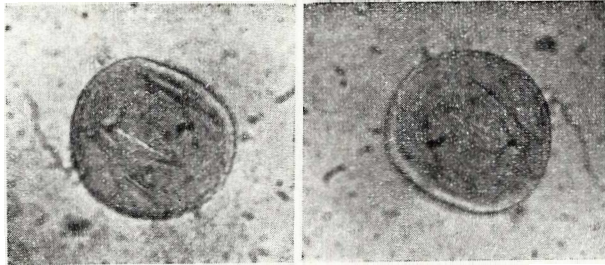


F-17 *Tricolpites paleocenica*

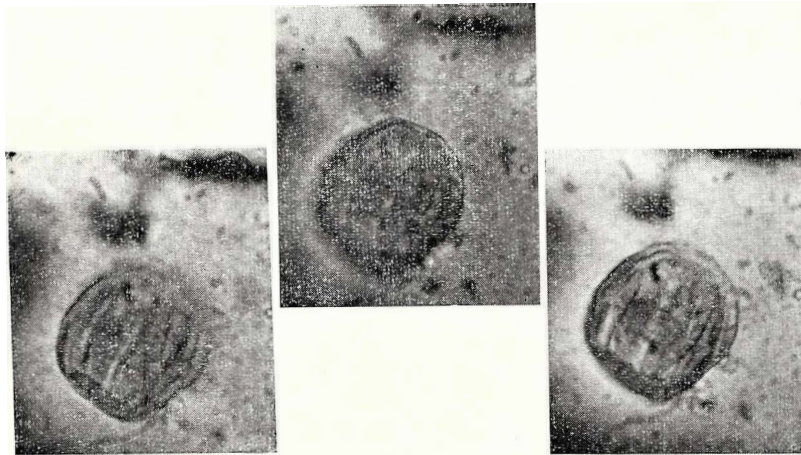
Plancha — V



F-18 *Tricolpites perforatus*



F-19 *Tricolpites pomarius*



F-20 *Heterocolpites paleocenica*

**GEOLOGIA Y POSIBILIDADES ECONOMICAS DE DEPOSITOS
CALCAREOS AL OESTE DE SAN MARTIN (META), ENTRE
LOS RIOS CUMARAL Y LA CAL**

**POR
GUILLERMO UJUETA LOZANO
GEOLOGO**

INFORME No. 1423

JULIO DE 1962

**SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1964**

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Lista de ilustraciones | 51 |
| Anexos | 51 |
| Resumen | 53 |
| Introducción | 55 |
| Mapa índice | 57 |
| Geología general | 59 |
| Rocas metasedimentarias | 59 |
| Rocas sedimentarias terciarias | 61 |
| Cuaternario | 63 |
| Tectónica | 63 |
| Geología económica | 64 |
| Rocas calcáreas | 64 |
| Posibilidades económicas de las calizas | 64 |
| Bibliografía | 65 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | Págs. |
|--|-------|
| Figura 1 Mapa índice | 57 |
| 2 Sección geológica por la quebrada La Cristalina | 60 |
| 3 Mapa geológico y sección estructural en el área comprendida entre los ríos Cumaral y La Cal (Meta) | 62 |
| Foto 1 Aspecto general de las rocas expuestas en la región. | |
| 2 Aspecto de algunas de las rocas metasedimentarias, sobre el Caño Embarrado. | |
| 3 Restos de plantas en los sedimentos Terciarios. | |
| 4 Afloramiento típico de las calizas, sobre la quebrada La Cristalina. | |
| 5 Solución de material calcáreo y deposición de Travertino. | |

A N E X O S

| | |
|---|----|
| Nº 1 Análisis químicos de las calizas | 66 |
| 2 Análisis palinológicos de los sedimentos Terciarios | 67 |

R E S U M E N

Se describe someramente la geología de parte de la estribación Este de la Cordillera Oriental al Oeste de San Martín, en el Departamento del Meta.

Las rocas de mayor interés presentes en el área estudiada las constituyen una secuencia metasedimentaria, de probable edad Paleozoica, y rocas sedimentarias de edad Mioceno. Las rocas predominantes en la primera secuencia son, en su orden; rocas de origen detrítico con cuarzo y calcita en varias proporciones y con textura esquistosa, esquistos sericitico-grafíticos, una anfibolita del nivel de para-anfibolitas, calizas y calizas dolomíticas metamórficas. Esta secuencia sufrió un metamorfismo regional de grado moderado, posteriormente efectos cataclásticos y aporte de minerales provenientes de una inyección ígnea. Los sedimentos Terciarios se hallan en contacto con la secuencia metasedimentaria, por falla de cabalgamiento.

El depósito de caliza y caliza dolomítica, de alto contenido en calcio y magnesio, presente en la zona, es apropiado para la industria metalúrgica, así como también en buen grado para la corrección de suelos. Las reservas calculadas para estos depósitos alcanzan a 400 millones de toneladas.

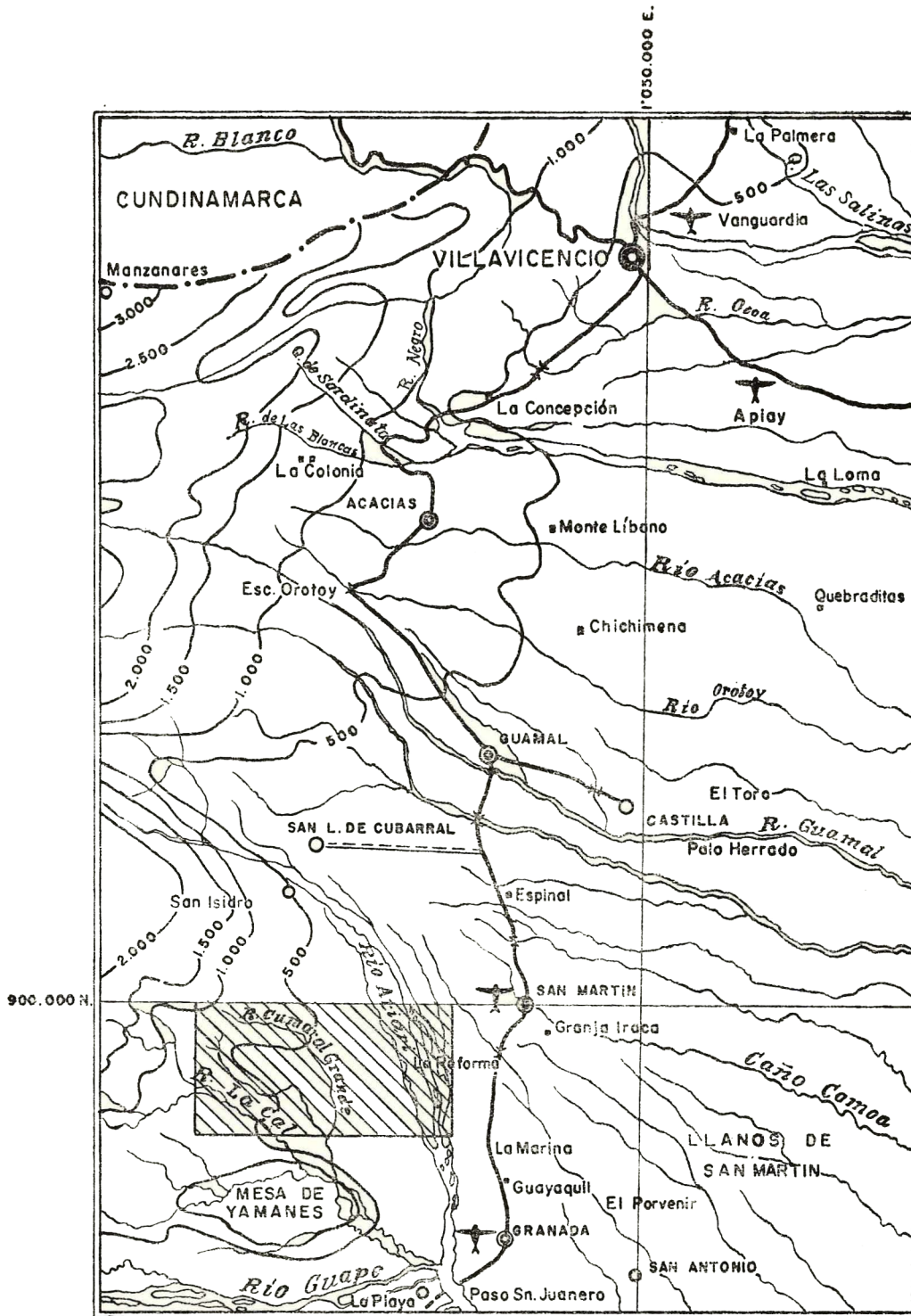
INTRODUCCION

Este estudio fue elaborado a solicitud de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Departamento del Meta, como colaboración al programa que tiene por objeto la obtención de materiales útiles para mejorar los suelos muy ácidos del Departamento. La zona reconocida es la comprendida entre la margen derecha del río Ariari y la estribación de la Cordillera Oriental, localizada aproximadamente 20 km al Oeste de San Martín y 90 km en línea recta en dirección S20°W desde Villavicencio (ver Mapa Índice, fig N° 1). En el área se distinguen tres zonas geomórficas, a saber: la planada aluvial, las terrazas antiguas y la cordillera. La altura sobre el nivel del mar alcanza a 450 m en la planada aluvial y aumenta progresivamente hacia la cordillera. El clima es húmedo y la temperatura media es de 25.7°C. La vegetación de la zona estudiada es selvática.

Las calizas se encuentran expuestas continuamente sobre una distancia de 7 km y es probable su prolongación hacia el Norte y hacia el Sur (es necesaria una nueva exploración para estas últimas zonas). A pesar de que el acceso a la región es difícil, se estudiaron estas calizas por la carencia de este material en todo el Departamento.

La geología del área no ha sido descrita anteriormente; el mapa geológico que se adjunta se ha elaborado con trabajo de campo y con fotografías aéreas. La distribución de las unidades geológicas mayores se muestra en el Mapa Geológico (Fig. N° 3); además, se hace resaltar la caliza, la cual presenta posibilidades económicas. El material cartografiado como caliza es homogéneo, alto en calcio y en partes abundante en magnesio.

Se expresa aquí reconocimiento a L. Radelli, quien hizo el análisis petrográfico de la serie metasedimentaria, y a Nuria Solé de De Porta, quien hizo la determinación palinológica de muestras de los sedimentos Terciarios.



MAPA INDICE



 Zona estudiada

FIGURA Nº 1

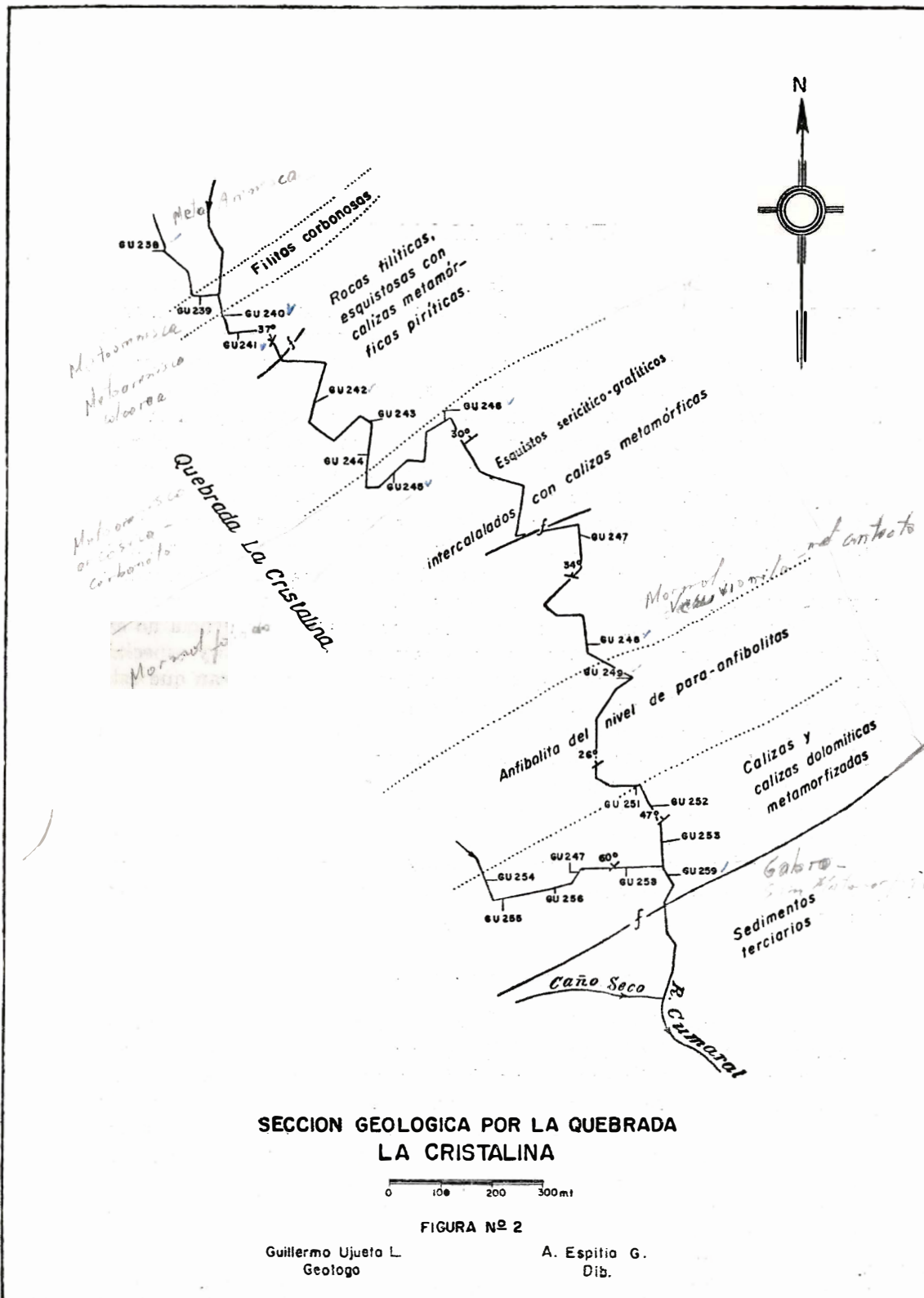
GEOLOGIA GENERAL

Las rocas en la zona estudiada constan principalmente de una secuencia de rocas metasedimentarias producto de metamorfismo regional moderado, de probable edad Paleozoica y con un espesor aproximado de 950 m. Las rocas metasedimentarias presentes se derivan de sedimentos consistentes en: arenisca con poca alúmina, rocas de origen detrítico con abundante cuarzo y calcita, arenisca calcárea o caliza arenosa que alcanzan los niveles de las ectinitas superiores y micacitas superiores, y además una anfibolita del nivel de para-anfibolitas, proveniente de sedimentos dolomíticos y calcáreos impuros. El autor no considera oportuno, dado lo reducido del área estudiada, dar nombre a esta secuencia metasedimentaria, de la cual sólo se conoce la sección que se describe más adelante. La secuencia anterior sobreyace a una caliza y a una caliza dolomítica cuyo espesor aproximado es de 270 m en el Sur y 180 m en el Norte.

Los granos de cuarzo presentes en las rocas de esta secuencia no están libres de extinción ondulada y efectos cataclásticos. Cuarzo y especialmente microclina con estructura porfiroblástica típica, muestran que esta serie ha sido también inyectada. El metamorfismo regional, sin embargo, no se debe a la masa intrusiva sino a la acción de soterramiento de los sedimentos y a acción tectónica de edad Terciaria. No se observaron fósiles que permitan determinar la edad exacta de estos metasedimentos, pero puede asignárseles tentativamente edad Paleozoica (probablemente carbonífera). Por falla de cabalgamiento (ver foto N° 1) se encuentra en contacto con las rocas anteriores, sedimentos de edad Mioceno. Terrazas y material aluvial del cuaternario cubren la mayor parte del área estudiada.

ROCAS METASEDIMENTARIAS

En la sección levantada a brújula y cinta sobre la quebrada La Cristalina (ver fig. N° 2 y foto N° 2), se presentan del tope hacia la base los siguientes metasedimentos: una filita carbonosa (muestra GU-239) poco metamórfica, que pertenece a la zona de las micacitas superiores; de textura esquistosa y estructura que varía de granoblástica a lepidoclástica constituida por cuarzo abundante en granos pequeños, asociada con calcita y que contiene poca albita, sericita y poca muscovita. Tiene abundante materia orgánica y se presenta con estructuras alargadas y replegadas y además contiene óxidos de hierro. Proviene de una roca madre bastante arenosa, con poca alúmina. Sigue una roca de origen detrítico (muestra GU-240) con abundante cuarzo y calcita correspondiente también a la zona de micacitas superiores. Debido a metamorfismo de bajo grado, tuvo origen poca muscovita (láminas pequeñas), poca albita y algo de sericita.



Después de una facies de cataclasis hubo una fuerte inyección de iones potásicos que dieron lugar a grandes ojos de microclina, menor cantidad de plagioclasas ácidas y cuarzo que llegó por último, dando lugar a grandes lentejones en los cuales el cuarzo incluye todos los demás minerales de la roca. Su estructura es granoblástica con tendencia a porfiroblástica, debido al gran desarrollo de los cristales de microclina. Hay también notables estructuras perlíticas entre ortosa, micropertita y plagioclasa. Esta roca pertenece a la misma formación anterior. En la serie se presentan rocas de textura más fina y con más cantidad de materia carbonosa (muestra GU-241), donde los fenómenos tectónicos se revelan por el relleno de fracturas por pirita.

Aparece luego un esquistos arenáceo sericítico (muestra GU-242) con menor cantidad de calcita y con láminas más desarrolladas de muscovita que testimonian un metamorfismo algo más profundo. Todavía se observan láminas alargadas de materia carbonosa muy replegada, evidencia de un fenómeno de cataclasis que permitió la subida de iones sodícos y más que todo potásicos que se hallan actualmente como fenoblastos de plagioclasa y microclina. Se presenta cuarzo con extinción ondulada.

A continuación viene una arenisca calcárea o caliza arenosa recristalizada (muestra GU-245), en la cual durante el metamorfismo se originaron algunas láminas de muscovita. También se observan en esta roca fenómenos de aporte, especialmente de microclina, pero menos importantes que en las muestras anteriores, debido probablemente a una fracturación menos intensa. Esta roca constituye en la serie un nivel más calcáreo, muestra estructura granoblástica típica y textura ligeramente esquistosa, revelada por la disposición paralela de las pocas láminas de muscovita. Viene a continuación una arenisca calcárea metamorfizada, correspondiente a la serie de ectinitas superiores (muestra GU-246). Después del metamorfismo hubo fracturación e inyección muy fuerte, con abundante plagioclasa, ortosa, microclina y cuarzo. Estructura granoblástica a porfiroblástica.

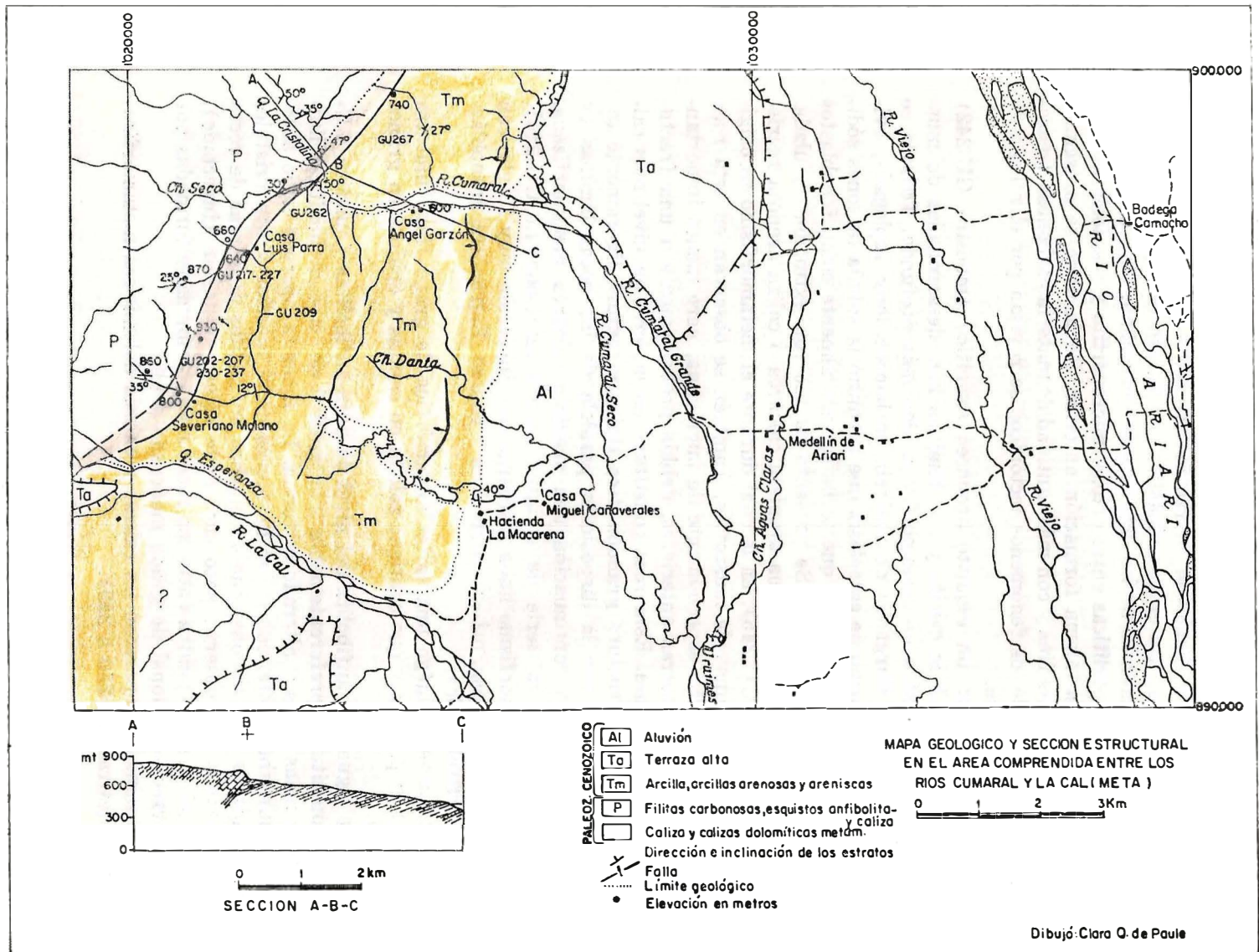
Se presenta luego una caliza metamórfica de grano fino (muestra GU-248), replegada y que contiene zoicita en capitas y epidota en granos grandes.

Le sigue una anfibolita del nivel de para-anfibolitas (muestra GU-249), constituida preferentemente por anfíbol de tipo actinolítico, lixiviado muchas veces y alterado a clorita. La ilmenita aparece como accesorio muy abundante, con óxido de hierro en el interior y con cristales de epidota, la cual es conspicua en muchas anfibolitas derivadas de rocas sedimentarias. Se observa poco cuarzo de origen posterior (inyectado). La anfibolita se encuentra entre las rocas más comúnmente formadas por metamorfismo regional de grado moderado a alto.

Finalmente, aparecen las calizas y calizas dolomíticas metamorfizadas (muestras GU-250 a 259).

ROCAS SEDIMENTARIAS TERCIARIAS

Las rocas sedimentarias terciarias que afloran en la región, consisten principalmente de arcillas blandas grises claras, arcillas arenosas



grises a grises verdosas claras que se meteorizan, dando colores moteados rojos y oscuros.

Se presentan intercaladas numerosas areniscas en lechos delgados, son de grano medio a grueso, blancas y friables. Estas areniscas varían en espesor desde 1 a 10 m. En algunas de ellas se observan impregnaciones asfálticas.

Restos de plantas bien preservadas se encuentran en las arcillas de esta formación (ver foto N° 3).

Edad: Palinológicamente, estas rocas pertenecen al Mioceno (ver anexo N° 2).

CUATERNARIO

El cuaternario cubre la mayor parte del área estudiada y está formado por suelos aluviales y por algunas terrazas de gran extensión. En los suelos aluviales el contenido de materia orgánica es deficiente, son suelos de tipo limoso, arenoso y algo arcilloso, de colores pardos oscuros a pardos grisáceos, cuyo espesor varía entre 0.70 m y 2.00 m y reposa sobre guijos y cantos redondeados. Los suelos de las terrazas son de color predominantemente rojo y con mayor contenido de arcillas que los suelos aluviales.

TECTONICA

En algunas de las rocas estudiadas petrográficamente se notan fenómenos de fractura revelados más que todo por los contornos del cuarzo y por unas granulaciones diminutas de este mineral no recristalizadas. Este fenómeno permitió una gran inyección de microclina y cuarzo, minerales que ahora se encuentran, principalmente la microclina, en grandes ojos alargados que muchas veces cortan las estructuras metamórficas descritas, y otras veces debido a crecimiento, produjeron en ellas superficies curvas.

De lo anterior puede inferirse que la serie sedimentaria sufrió en principio metamorfismo regional originado por el incremento de presión vertical debido al aumento de peso. Posteriormente se presentaron fenómenos de tectonismo, y finalmente el aporte de minerales a la serie metamórfica, provenientes de una inyección ígnea.

Una gran falla de cabalgamiento separa la formación sedimentaria terciaria de las calizas pertenecientes a la secuencia metasedimentaria de probable edad paleozoica; una segunda falla paralela a la anterior establece el límite entre la caliza y la secuencia metasedimentaria entre Caño Rieca y Caño Embarrado. Como evidencia de campo para esta segunda falla se observa entre Caño Rieca y Caño Embarrado que los lechos sobreyacentes a la caliza se encuentran en contacto inconforme con ella y que falta parte de la sección, mientras que a la altura de la quebrada La Cristalina se presentan como una serie continua.

GEOLOGIA ECONOMICA

Rocas calcáreas.

Se encuentran expuestas formando una faja de 180 a 270 m de espesor en dirección NE, seguidas en esta exploración hasta por 7 kms. a lo largo (distancia que probablemente se incremente con nuevas exploraciones hacia el Norte y hacia el Sur). Esta faja se extiende desde Caño Rieca hasta Caño Ripio (ver fig. N° 3), muy bien expuesta, formando prominentes afloramientos (ver foto N° 1).

Las rocas calcáreas están formadas por capas de poco espesor 8-10 cm (ver foto N° 4), y se trata de caliza y caliza dolomítica de grano fino, metamorfozada.

La caliza varía de color desde gris muy claro hasta negra. Parece que las capas de mayor contenido en carbonato de magnesio son las más claras. La superficie meteorizada de las calizas presenta en parte solución y redeposición para formar travertino (ver foto N° 5).

El material cartografiado como caliza es uniforme, alto en contenido de calcio y localmente alto en contenido de magnesio; la gran mayoría de las muestras da un porcentaje promedio de 95% en carbonatos. La caliza muestra bandas alternadas de colores grises claros a blancos, que parecen corresponder a las zonas de mayor contenido en dolomita. Los estratos de dolomita de gran extensión y uniformidad lateral que yacen normalmente entre lechos de caliza se atribuyen generalmente, ya sea a precipitación original o a reemplazamiento sobre el fondo del mar antes de quedar cubiertos por los estratos superpuestos. Por otra parte, muchas dolomitas se han originado indudablemente por metasomatismo posterior, el cual puede ser selectivo, reemplazando ciertos lechos o láminas sin aparente efecto sobre las rocas que las rodean, y entonces los resultados del proceso simulan dolomitización primaria. En adición a las características ya descritas sobre las calizas y calizas dolomíticas, en general, sobre toda la serie, ésta estuvo sujeta a procesos cataclásticos que dieron lugar a la formación de brechas tectónicas.

Posibilidades económicas de las calizas.

Las calizas y calizas dolomíticas de alto contenido en calcio y aun alto contenido en magnesio, según los análisis químicos de 38 muestras analizadas (ver Anexo N° 1) que fueron tomadas en tres secciones diferentes sobre los caños Rieca, Embarrado y La Cristalina, con espaciamiento aproximado de 40 m, son los materiales de interés económico presentes en la zona.

Estas calizas son apropiadas para la industria metalúrgica y en buen grado para la corrección de suelos ácidos, para mejorar la capa cultivable del suelo, para suplir los nutrientes esenciales a las plantas (calcio y magnesio), los cuales se pierden por absorción de las cosechas, por lixiviación y por erosión; un nuevo uso de la caliza que crece rápidamente, es su empleo en la estabilización de los suelos de las bases y sub-bases de carreteras. La caliza es particularmente efectiva en suelos

arcillosos, ya que reduce la plasticidad, la contracción y las características hinchantes.

Estos depósitos alcanzan un espesor promedio de 225 m, una altura promedio de exposición sobre el perfil de terreno de 100 m, obtenida por medidas con altímetro en el terreno y con estereómetro sobre las fotografías aéreas, y se ha seguido a lo largo de su longitud por 7 km, cifras que permiten calcular una reserva probada de 400 millones de toneladas.

$$100 \times 225 \times 7000 = 157.500.000 \text{ m}^3$$

Asumiendo una gravedad específica de 2.5:

$$\begin{aligned} 157.500.000 \times 2.5 &= 393.750.000 \text{ tons.} \\ &\approx 400 \times 10^6 \text{ tons.} \end{aligned}$$

B I B L I O G R A F I A

HUBACH, E., 1957.—“Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia”, Serv. Geol. Nal. Inf. N° 1212.

INSTITUTO GEOGRÁFICO “AGUSTÍN CODAZZI”, 1959.—Estudios Exploratorios de los Suelos del Alto Ariari”. Publicación N° EE-3.

TRUMPY, D., 1943.—“Pre-cretaceous of Colombia”, *Bull. Geol. Soc. Am.*, Vol. 54, N° 9, pp. 1281-1304, 1943.

ANEXO N° 1

ANÁLISIS QUÍMICOS

| Muestra N° | % Residuo Insoluble | | | | | |
|---------------|---------------------|---------------------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|
| | H C L | % R ₂ O ₃ | % CaO | % CaCO ₃ | % MgO | % MgO _s |
| GU-202 | 4.66 | 0.80 | 51.16 | 91.31 | 1.41 | 2.95 |
| GU-203 | 2.94 | 0.34 | 34.20 | 61.04 | 16.78 | 35.10 |
| GU-204 | 2.48 | 0.98 | 32.52 | 58.04 | 18.15 | 37.95 |
| GU-205 | 3.12 | 0.82 | 33.36 | 59.54 | 17.22 | 36.01 |
| GU-206 | 2.76 | 0.40 | 50.20 | 89.60 | 2.71 | 5.67 |
| GU-207 | 1.84 | 0.62 | 35.06 | 62.58 | 16.43 | 34.37 |
| GU-217 | 1.12 | 0.30 | 53.84 | 96.08 | 0.38 | 0.79 |
| GU-218 | 0.94 | 0.40 | 54.64 | 97.58 | 0.38 | 0.79 |
| GU-219 | 1.24 | 0.36 | 32.28 | 57.61 | 19.44 | 40.67 |
| GU-220 | 2.86 | 0.44 | 53.00 | 94.58 | 0.43 | 0.89 |
| GU-221 | 1.60 | 0.20 | 54.12 | 96.58 | 0.39 | 0.82 |
| GU-222 | 2.98 | 0.20 | 47.66 | 85.06 | 5.37 | 11.23 |
| GU-223 | 3.20 | 0.56 | 38.98 | 69.56 | 12.46 | 26.06 |
| GU-224 | 1.24 | 0.32 | 52.44 | 93.58 | 1.80 | 3.76 |
| GU-225 | 0.96 | 0.56 | 38.70 | 69.06 | 13.78 | 28.50 |
| GU-226 | 1.74 | 0.74 | 35.95 | 64.16 | 15.72 | 32.87 |
| GU-227 | 1.04 | 0.26 | 54.55 | 97.35 | 0.22 | 0.45 |
| GU-228 | 2.02 | 0.42 | 49.86 | 88.98 | 3.71 | 7.76 |
| GU-230 | 4.34 | 1.04 | 35.95 | 64.16 | 14.35 | 30.02 |
| GU-231 | 2.80 | 0.62 | 33.41 | 59.63 | 17.52 | 36.65 |
| GU-232 | 2.74 | 0.70 | 33.35 | 59.52 | 17.52 | 36.65 |
| GU-233 | 3.12 | 0.48 | 52.91 | 94.42 | 0.39 | 0.82 |
| GU-234 | 4.92 | 0.76 | 51.45 | 92.71 | 0.28 | 0.58 |
| GU-235 | 3.26 | 0.72 | 53.25 | 95.03 | 0.26 | 0.55 |
| GU-236 | 3.54 | 1.00 | 33.07 | 59.02 | 17.27 | 36.13 |
| GU-251 | 2.32 | 0.78 | 47.48 | 84.74 | 5.63 | 11.79 |
| GU-252 | 8.00 | 1.08 | 47.94 | 85.55 | 2.28 | 4.77 |
| GU-253 | 3.72 | 0.48 | 52.68 | 94.02 | 0.49 | 1.01 |
| GU-254 | 1.70 | 0.62 | 36.69 | 65.47 | 15.13 | 31.64 |
| GU-255 | 4.52 | 0.62 | 52.35 | 93.43 | 0.35 | 0.73 |
| GU-256 | 2.04 | 0.78 | 46.68 | 76.17 | 9.82 | 20.53 |
| GU-257 | 3.94 | 1.14 | 50.88 | 90.80 | 1.59 | 3.33 |
| GU-258 | 4.60 | 0.88 | 52.00 | 92.80 | 0.73 | 1.53 |
| GU-259 | 3.34 | 0.90 | 39.00 | 69.60 | 12.39 | 25.91 |
| GU-260 | 3.76 | 0.84 | 50.88 | 90.80 | 2.01 | 4.20 |
| GU-264 | 6.78 | 1.40 | 50.60 | 90.30 | 0.59 | 1.23 |
| GU-265 | 3.28 | 0.68 | 32.79 | 58.72 | 17.68 | 36.97 |
| GU-266 | 2.98 | 0.54 | 53.48 | 95.45 | 0.38 | 0.79 |

Según resultado de los análisis números 43294 a 43331 efectuados en el Laboratorio Químico Nacional.

ANEXO N° 2

ANALISIS PALINOLOGICOS

| | | |
|---------------------|---|-----|
| <i>Muestra 262.</i> | Schizeaceae | 8% |
| | Polypodiaceae | 3% |
| | Angiosperma | 80% |
| | Malpigiaceae | 5% |
| | Bombaceae | 1% |
| | Cicatricosisporites susanae (Van der Hammen) R. Pot . . . | 3% |

Por el conjunto de la Flora, esta muestra es Mioceno.

| | | |
|---------------------|-------------------------|-------|
| <i>Muestra 209.</i> | Schizeaceae | 20.6% |
| | Polypodiaceae | 5.5% |
| | Angiosperma | 56.6% |
| | Malpigiaceae | 5.6% |
| | Compositae | 1.8% |
| | Bombacaceae | 1.5% |
| | Podocarpus sp. | 1.5% |
| | Hemitelia sp. | 0.6% |

Esta muestra pertenece al Mioceno, seguramente a un Mioceno más superior que las muestras 262 y 267.

| | | |
|---------------------|---|-----|
| <i>Muestra 267.</i> | Schizeaceae | 12% |
| | Polypodiaceae | 4% |
| | Palmae | 10% |
| | Mauritia sp. | 4% |
| | Malpigiaceae | 2% |
| | Cicatricosisporites susanae (Van der Hammen) R. Pot . . . | 2% |
| | Angiosperma | 66% |

Por el conjunto de la Flora, esta muestra es Mioceno.



Foto número 1. — Aspecto general de las rocas expuestas en la región. Al fondo, la secuencia metasedimentaria; al centro, calizas que pertenecen a la secuencia anterior; y al frente, la secuencia sedimentaria Terciaria. Se muestra, además, la falla de calgamiento que separa las dos secuencias.

Foto N° 2. — Aspecto de algunas de las rocas metasedimentarias sobre el Caño Embarrado.



Foto N° 3.—Restos de plantas en los sedimentos terciarios. Muestra GU. 267.

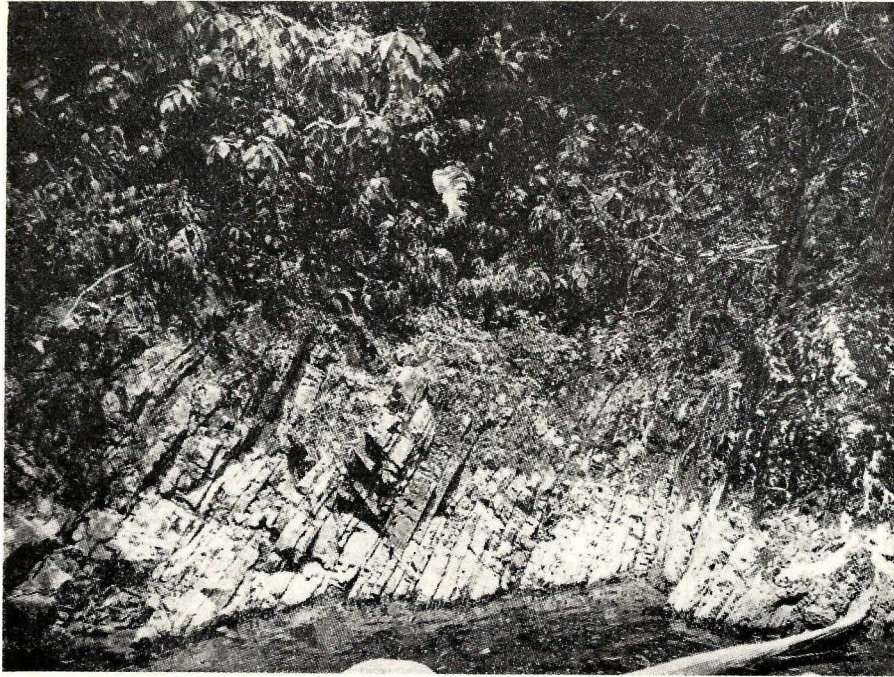


Foto número 4.—Afloramiento típico de las calizas, sobre la quebrada La Cristalina. Se muestra su estratificación característica en lechos delgados.

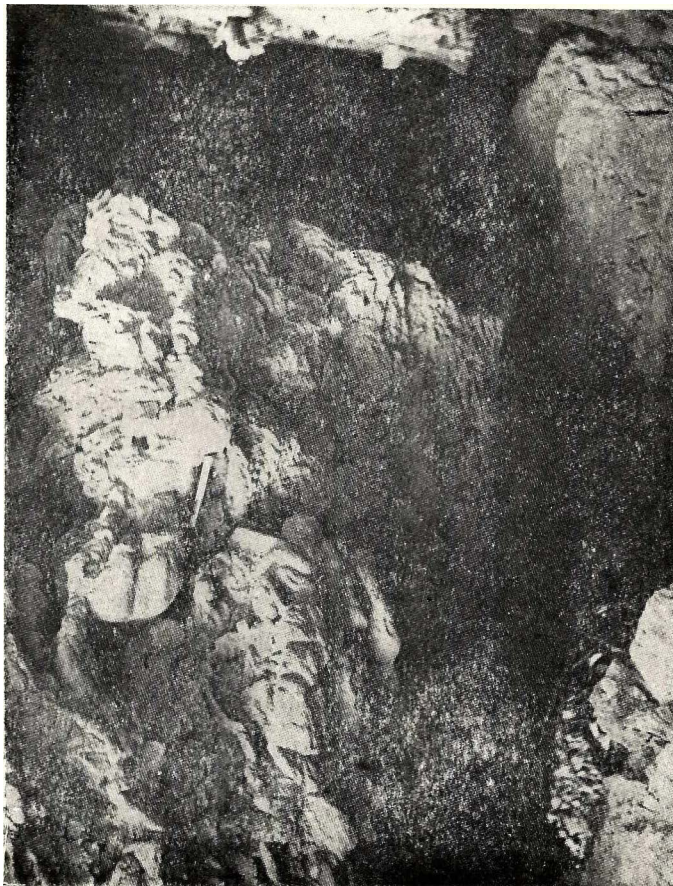


Foto N° 5.—Solución del material calcáreo y deposición de Travertino.

BOLETIN GEOLOGICO

CONTENIDO DE LOS VOLUMENES ANTERIORES

Año I, 1953.— Volumen I.

*Número 1. Enero.**

HUBACH, ENRIQUE. — Yacimientos de mineral de hierro, de carbón y de caliza en Colombia, como base de la industria siderúrgica.

BUENO, JESÚS A.—Informe sobre algunos yacimientos calcáreos de posible aplicación para producir cal agrícola, para el Departamento de Nariño.

Número 2. Febrero.

SUESCÚN, DARÍO.—Contribución al conocimiento de la Geología Económica del Tolima.

Número 3. Marzo.

HUBACH, ENRIQUE. — Estado actual de la exploración de fosfatos en Colombia.

SARMIENTO SOTO, ROBERTO.—Fosfatos en el Páramo de Pisba. Municipio de Socotá, Departamento de Boyacá.

SUÁREZ, VICENTE.—Comisión Geológica de la Guajira (fosfatos).

SARMIENTO ALARCÓN, ALBERTO.—Comisión a la isla de Malpelo.

SARMIENTO ALARCÓN, ALBERTO.—Fosfatos en los ríos Catatumbo y Orú.

HUBACH, ENRIQUE.—Informe de las labores del Servicio Geológico en el mes de febrero de 1953.

Número 4. Abril.

WOKITTEL, ROBERTO y LÓPEZ, JAIME.—Estudios mineros y geológicos del Guavio y de los Farallones de Medina, Cundinamarca.

NELSON, HANS WOLFGANG.—Estudio petrográfico de cinco rocas provenientes de las cabeceras del río Humea Chico.

HUBACH, ENRIQUE.—Labores del Servicio Geológico Nacional en marzo de 1953.

Número 5. Mayo.

- HUBACH, ENRIQUE.—Carbón del Páramo del Almorzadero y carbón y fuentes de agua-sal de Molagavita en el Departamento de Santander.
- WOKITTEL, ROBERTO.—Aspectos del yacimiento de caliza en la Hoya del Cobre, Páramo de Sumapaz, al sur de Bogotá.
- HUBACH, ENRIQUE.—El yacimiento de cinabrio de “La Esperanza”. Municipio de Salamina, Departamento de Caldas.
- BUENO, JESÚS A.—La región metalífera de San Joaquín, Municipio de Mercaderes, Departamento del Cauca.
- HUBACH, ENRIQUE.—Labores del Instituto Geológico Nacional en el mes de abril de 1953.

Números 6, 7. Junio y julio.

- DIEZEMANN, WOLFGANG y LÓPEZ, JAIME.—Consideraciones sobre la hidrogeología oficial.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—Abastecimiento de agua para el Municipio de Chía.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—El problema de agua potable para la urbanización nueva en la isla del Morro, Municipio de Tumaco, Departamento de Nariño.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—El posible abastecimiento de Tumaco y de la urbanización nueva, en la isla del Morro con agua de dunas y de lluvias.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—Posibilidades geohidrológicas para la construcción de un acueducto de aguas subterráneas en Sincelejo, y algunas observaciones en Corozal y Tolú, Departamento de Bolívar.
- MONTENEGRO, BRAULIO C.—Estudio sobre algunas aguas minerales de Nariño.
- BUENO, JESÚS A.—Labores del Instituto Geológico Nacional en el mes de mayo de 1953.

Números 8, 9 y 10. Agosto, septiembre, octubre.

- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Informe preliminar sobre los yacimientos de carbón de Quinchía-Río Sucio, Departamento de Caldas.
- SARMIENTO, ALBERTO.—Comisión para localizar caliza en el Departamento del Cauca.
- SANDOVAL, JOSÉ.—Yacimientos de diatomita en el Valle del Cauca.

Números 11 y 12. Noviembre - diciembre.

- SARMIENTO, ALBERTO y ARCE, MARINO.—Estudio de carbón en la región del Bajo Cauca.
- SARMIENTO, ALBERTO y SANDOVAL, JOSÉ.—Comisión Geológica de San Andrés y Providencia.
- SARMIENTO, ALBERTO.—Prospección de yacimientos de cobre, plomo y zinc. (Departamento del Tolima).

Año II, 1954. — Volumen II.

- BÜRGL, HANS.—El Cretáceo Inferior en los alrededores de Villa de Leiva, Boyacá.
- BÜRGL, HANS y DUMIT, YOLANDA.—El Cretáceo Superior en la Región de Girardot.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos. 1. Maestrichtiano hasta Terciario más Inferior (una investigación palinológica de la Formación Guaduas y equivalentes).
- SALAS, GUILLERMO P. — Fotogeología y su aplicación a la exploración petrolera (tomado del "Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros". Volumen VI, números 1 - 2).

Número 2. Mayo - septiembre.

- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Principios para la nomenclatura palinológica sistemática.

Año 1955. — Volumen III.

*Número 1. Junio.**

- BÜRGL, HANS, BARRIOS M., MARGOTH y RÖSTROM, A. M. — Micropaleontología y estratigrafía de la sección Arroyo Saco, Departamento del Atlántico.

Número 2. Septiembre.

- BÜRGL, HANS.—El anticlinal de Apulo.
- BÜRGL, HANS.—La Formación Guadalupe entre Tabio y Chía en la Sabana de Bogotá.
- BÜRGL, HANS.—Globorotalia fohsi en la Formación de Usme.

Número 3. Diciembre.

- BUENO, JESÚS A.—Yacimientos de uranio y otros metales en la región de La Baja, Municipio de California, Departamento de Santander.

A N E X O 1

NELSON, WOLFGANG H.—Examen petrográfico de las muestras radioactivas procedentes de California, La Baja, Santander.

A N E X O 2

ATOMIC ENERGY COMMISSION OF U.S.A.—Estudios mineralógicos realizados en los laboratorios de la “Atomic Energy Commission de Estados Unidos”, sobre muestras uraníferas de la región de La Baja, Santander.

A N E X O 3

BUENO, JESÚS A.—Estudios preliminares de tratamiento del mineral urano-argentífero de San Celestino.

Año 1956.—Volumen IV.

Número 1. Abril.

BÜRGL, HANS.—Catálogo de las amonitas de Colombia. Parte I, Pulchellidae.

Números 2-3. Agosto, diciembre.

BÜRGL, HANS.—La variabilidad de la amonita Dufrenoya Texana Burckhardt.

VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Nomenclatura palinológica sistemática. A palynological systematic nomenclature.

VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Descripción de algunos géneros y especies de polen y esporas fósiles.
Description of some genera and species of fossil pollen and spores.

Año 1957.—Volumen V.

Número 1. Enero - abril.

LÓPEZ CASAS, JAIME.—Resultados prácticos de los trabajos de la Sección de Hidrogeología del Instituto Geológico Nacional en tres años de labores.

LÓPEZ, JAIME.—Bibliografía de los estudios referentes a aguas subterráneas, que pueden ser consultados en el Instituto Geológico Nacional.

DELGADO, CARLOS I.—Química de las aguas subterráneas y su importancia desde el punto de vista de potabilidad e higiene.

LÓPEZ, JAIME.—El ensayo de bombeo en las captaciones de agua subterránea.

- DIEZEMANN, WOLFGANG y DELGADO, CARLOS I. — Aprovechamiento del depósito de agua subterránea dulce en la isla de San Andrés.
- DELGADO, CARLOS I.—Calidad del agua en el acueducto de “El Centro”. Barrancabermeja, Departamento de Santander.
- DELGADO, CARLOS I.—Calidad del agua en el acueducto de San Antonio de California, Departamento de Santander.

Número 2. Mayo - agosto.

- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Periodicidad climática y evolución de floras suramericanas del Maestrichtiano y del Terciario.
Climatic Periodicity and evolution of South American Maestrichtian and Tertiary Floras.
- HUBACH, ENRIQUE.—Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores.
- BÜRGL, HANS.—Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá. (Cordillera Oriental de Colombia).

Número 3. Septiembre - diciembre.

- WOKITTEL, ROBERTO.—Problemas de la Geología Económica de Colombia.
- WOKITTEL, ROBERTO.—Bosquejo geográfico y geológico de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá.
- WOKITTEL, ROBERTO.—La formación cuprífera de la Serranía de Perijá. (Intendencia de la Guajira y Departamento del Magdalena).

Año 1958. — Volumen VI.

Números 1-3. Enero - diciembre.

- PABA, FERNANDO y VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Sobre la geología de la parte sur de La Macarena.
- MANJARRÉS, GILBERTO.—Calizas en el Departamento del Cauca.
- MANJARRÉS, GILBERTO.—Minerales de hierro en Cerros Chancos, Municipio de Dagua, Departamento del Valle del Cauca.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continental, y tectogénesis de los Andes colombianos.
- BÜRGL, HANS.—Geología de la Península de la Guajira.
- BÜRGL, HANS.—El Jurásico e Infracretáceo del río Batá, Departamento de Boyacá.
- BARRIOS M., MARGOTH.—Algunos moluscos del Terciario Medio de Colombia.

Año 1959. — Volumen VII.

Números 1 - 3. Enero - diciembre.

- BÜRGL, HANS.—Contribución a la estratigrafía y litogénesis de la isla de San Andrés.
- DE LA ESPRIELLA, RICARDO.—Investigaciones sobre caliza al oriente de la Sabana de Bogotá.
- RESTREPO, HERNÁN.—Reconocimiento de las minas de esmeraldas de Muzo, Departamento de Boyacá.
- BÜRGL, HANS.—Sedimentación cíclica en el Geosinclinal Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia.
- WOKITTEL, ROBERTO.—Geología económica del Chocó. Bibliografía geológica-minera del Chocó.
- LÓPEZ, JAIME.—Estudio hidrogeológico preliminar del norte del Departamento del Huila, con sugerencias para estudios definitivos.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Deposición reciente de polen atmosférico en la Sabana de Bogotá y alrededores.
- RESTREPO, HERNÁN.—Mina de carbón "La Vieja", Municipio de Zipaquirá, Departamento de Cundinamarca.

Año 1960. — Volumen VIII.

Números 1 - 3. Enero - diciembre.

- RADELLI, L.—El basamento cristalino de la Península de la Guajira (con cinco figuras).
- RAASVELDT, H. C.—Conglomerados, transgresiones, regresiones, hiatos y facies en relación con sollevamientos tectónicos (con veintiuna figuras).
- SOLÉ DE PORTA, N.—Contribución a la palinología del Terciario del norte de Colombia (con cinco planchas y sesenta y una figuras).
- LANGENHEIM, JEAN H.—Late paleozoic and early mesozoic plant fossils from the Cordillera Oriental of Colombia and correlation of the Girón Formation (con cinco planchas y treinta y seis figuras).
- RESTREPO A., HERNÁN.—Reconocimiento geológico de la región Boavita-La Uvita, Departamento de Boyacá (con dos fotografías, cuatro planchas y siete esquemas).
- SARMIENTO ALARCÓN, ALBERTO.—Estudio experimental de abrasión en guijarros (con veintisiete figuras).

Año 1961. — Volumen IX.

*Números 1 - 3. Enero - diciembre.**Notas científicas:*

RADELLI, L.—Epocas magmáticas y metalogenéticas en los Andes colombianos: Un cuadro preliminar.

Estudios geológicos:

UJUETA LOZANO, GUILLERMO.—Geología del noreste de Bogotá (con un mapa índice, siete fotografías, siete láminas y cinco figuras).

LÓPEZ CASAS, JAIME.—Informe preliminar sobre irrigación con agua subterránea, del Municipio de Codazzi, Departamento del Magdalena (con dos mapas y tres dibujos).

NELSON, H. WOLFGANG.—Observaciones geológicas y estudio petrográfico sobre 54 muestras colectadas por el doctor Laureano Rincón, en el Departamento de Nariño, en la vía Tambo, Peñol, Policarpa (con siete fotografías).

MORER, JEAN JACQUES y NICHOLLS V., EDUARDO.—Calizas de la región de Cartagena (con cuatro planchas).

MORER, J. J. y NICHOLLS V., E.—Levantamiento geológico de la carretera Ríohacha-Puente Bomba-Río Ancho (con un gráfico).

RESTREPO A., HERNÁN.—Informe geológico del páramo al este de Bogotá (con un mapa índice y tres planchas).

RESTREPO A., HERNÁN.—Algunas calizas del Departamento del Tolima para la obtención de cal agrícola (con un mapa índice y tres planchas).

Año 1962. — Volumen X.

Números 1 - 3. Enero - diciembre.

RAASVELDT, H. C.—Investigación de la visión estereoscópica. (Con veintiuna figuras).

RENZONI, GIANCARLO.—Apuntes acerca de la litología y tectónica de la zona al este y sureste de Bogotá. (Con una plancha).

NELSON, H. WOLFGANG.—Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental. Sección carretera Cali-Buenaventura. (Con doce fotos).

MEGYESI, IMRE.—Estudios sobre los depósitos de azufre en la mina de "El Vinagre", Puracé. (Con cuatro fotos, tres figuras y cinco mapas).

- NELSON, H. WOLFGANG.—Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia. Sección entre Ibagué y Armenia. (Con tres figuras y doce fotos).
- ARCE HERRERA, MARINO.—Estudio sobre la erosión en el Cerro de la Popa, Cartagena. (Con dos planchas).
- MORER, JEAN JACQUES, Y NICHOLLS V., EDUARDO.—Informe de la mina "El Socorro", Mercurio, Municipio de Aguadas, Departamento de Caldas.

Año 1963. — Volumen XI.

Números 1 - 3. Enero - diciembre.

Notas científicas:

- SOLÉ DE PORTA, N.—Asociación espora-polinica hallada en una serie perteneciente a la formación La Cira del Valle del Magdalena (Colombia).

Estudios geológicos:

- CARTER, HAROLD; TENJO, SIGIFREDO, y TORRES, EDILBERTO.—Compilación de los estudios sobre arcillas en la Sabana de Bogotá.
- DE PORTA, JAIME.—Observaciones sobre las calizas de Toluviejo.
- CHAMPETIER DE RIBES, G.; PAGNACCO, P.; RADELLI, L. y WEECKSTEEN, G. Geología y mineralizaciones cupríferas de la Serranía de Perijá, entre Becerril y Villanueva (Departamento del Magdalena, Intendencia de la Guajira).
- VAN DER HAMMEN, T., y GONZÁLEZ, E.—Historia de clima y vegetación del Pleistoceno Superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá.
- JIMENO V., ANDRÉS y YEPES, JAIME.—Estudio de las reservas yesíferas de la región de los Santos-Batán-Villanueva.

* Volúmenes agotados.

**Se terminó la edición de este Boletín,
Vol. XII, números 1-3, el 27 de febrero
de 1965 en los Talleres Editoriales de
la Imprenta Nacional de Colombia.**
