

# Estratigrafía de la Sierra Nevada del Cocuy, Boyacá y Arauca, Cordillera Oriental (Colombia).

ANTOINE FABRE<sup>1</sup>

## RESUMEN

La Sierra Nevada del Cocuy y sus alrededores están conformados por rocas del Cretáceo y Terciario inferior. Este trabajo describe de manera muy general la litología y petrografía de esta secuencia de más de 7.000 m de espesor y ubica en la columna estratigráfica la fauna y flora recolectada durante la cartografía. Finalmente se intenta reconstituir la historia geológica de esta región durante el tiempo representado por las sedimentitas estudiadas.

## ABSTRACT

In the Sierra Nevada del Cocuy and surrounding area outcrop rocks of Cretaceous and Early Tertiary age. This work describes in general the lithology and petrography of this 7.000 meters thick section and localizes the fauna and flora recollected during the geological mapping. Finally an attempt is made to reconstitute the geological history of the region during the time of deposition of the sediments.

## INTRODUCCION

Este trabajo representa un primer resultado del proyecto de cartografía regional de la Sierra Nevada del Cocuy. (Planchas 137, El Cocuy y 153, Chita) empezado por INGEOMINAS al principio del año 1980.

La Sierra Nevada del Cocuy forma la parte más elevada de la Cordillera Oriental de Colombia y es actualmente la última región de esta cadena donde subsisten todavía glaciares, que son los más extensos de Colombia. Está ubicada exactamente en el lugar donde la Cordillera Oriental cambia

de rumbo de NE a NNW, formando un codo bien marcado (ver mapa índice en contracarátula).

El macizo de los Ritacubas (Fotografía de carátula) así como algunos picos de la Sierra pasan de 5.000 m, y hasta 4.750 en promedio, la parte alta de la Sierra está cubierta por glaciares actualmente en rápido retiro. En los alrededores de la zona glaciár y hasta a veces un poco menos de 3.000 m se observan extensos depósitos de origen glaciár que fueron estudiados por varios autores (HETTNER, 1892; OPPENHEIM, 1940; GONZALEZ et al, 1965; VAN DER

1. INGEOMINAS, Apartado Aéreo No. 4865 - Bogotá.

HAMMEN et al, 1980). Estos trabajos y especialmente los más recientes permitieron un conocimiento preciso de la historia pleistocena y holocena de la Sierra Nevada del Cocuy.

Los primeros datos en relación con la estratigrafía del Cretáceo de la sierra se deben a HETTNER (1892) y LIPPS (1938). De manera más reciente BÜRLG (1959), determinando unos fósiles encontrados por VAN DER HAMMEN en la sierra, pudo dividir las potentes areniscas que conforman la parte alta del macizo, en formaciones correlacionables litológicamente con las unidades reconocidas en otras zonas de la Cordillera Oriental (JULIVERT, 1968).

## METODO DE TRABAJO

Debido a la relativa sencillez tectónica del área y la escasa vegetación por encima de 3.600 m se pudieron levantar columnas estratigráficas medidas, de las 10 formaciones litológicas diferenciadas durante la cartografía. Todo el trabajo de campo y de oficina se hizo en compañía de Mauricio Osorio, geólogo del INGEOMINAS. Los fósiles recolectados fueron determinados y datados por el profesor Fernando Etayo-Serna de la Universidad Nacional de Bogotá. Unas 60 secciones delgadas fueron estudiadas por el autor con la ayuda de Gloria Inés Rodríguez Sierra, petrógrafa en INGEOMINAS. El informe final que incluye la descripción detallada de cada formación, la localización de todas las muestras recolectadas, así como el mapa geológico a escala 1:100.000, está actualmente en progreso.

## ESTRATIGRAFIA

A fin de designar las formaciones diferenciadas, se utilizó tentativamente la nomenclatura empleada en la Concesión Barco (NOTESTEIN, 1944; RICHARD, 1968) y en Santander (WARD et al, 1973; VARGAS et al, 1976), pero varias unidades tienen una litología con características intermedias entre las descritas en la Concesión Barco y las del este y noreste de Bogotá (JULIVERT, 1968) y para designar estos intervalos se utilizará interrogativamente los nombres de las dos nomenclaturas, esperando que estudios estratigráficos posteriores precisen los límites geográficos de estas formaciones y los criterios que permiten diferenciarlas.

En la columna estratigráfica (Fig. 1), que no presenta discordancias angulares, se pueden distinguir morfológicamente y litológicamente tres grandes conjuntos. Las rocas del Cretáceo inferior están compuestas principalmente por areniscas y conforman toda la parte alta de la sierra (Fig. 2). Las sedimentitas depositadas durante el principio del Cretá-

ceo superior y hasta el Campaniano son detríticos más finos, con frecuentes intercalaciones de sedimentos de origen orto y bioquímico. La parte superior de la columna, que se puede observar en la parte central del Sinclinal de Las Mercedes al norte de Guicán, está constituida por una alternancia de sedimentitas detríticas finas y gruesas en las cuales se encontraron algunas capas de carbón.

La base de la secuencia cretácica no aflora en el área estudiada, pero un poco al norte de la Plancha 137, El Cocuy, en el río Mojicones (Plancha 122, río Cubugón) se encontraron rocas del Paleozoico superior? sobre las cuales descansan rocas detríticas con conglomerados, que podrían representar la parte basal de la secuencia cretácica.

## ROCAS DEL CRETACEO INFERIOR

La Formación Río Negro, con unos 3.000 m de espesor, conforma la cadena oriental de la Sierra Nevada. La base de esta formación (Miembro A), compuesta de conglomerados y areniscas rosadas, no pudo ser bien estudiada en el área. La parte central del Río Negro (Miembros B y C) está compuesta por areniscas de grano fino a medio, un poco micáceas, con intercalaciones de lutitas limosas oscuras a veces importantes, especialmente en la parte sur de la sierra. Se observan a menudo ondulitas y estructuras entrecruzadas de pequeño tamaño (juegos de 2 a 5 cm de altura) y la bioturbación es intensa (*Palaeophycus* sp., *Curvolithus* sp.). En los miembros B y C existen localmente algunas delgadas capas oxidadas compuestas casi completamente por amonitas y bivalvos. Además de las amonitas ubicadas en la Figura 1 que forman "una asociación que indica probablemente la parte alta del Valanginiano inferior" (ETAYO, comunicación escrita) se encontraron: *Ptychomia solitae* (d' Orb.), ? *Aetostreon couloni* (Defrance), ? *Epicyprina* cf. *E. angulata* (J. Sowerby), *Chlamis* sp., *Ceritidae* gen. et sp. ind., ? *Rutitrigonia caudata* (Agg.), *Trigonia* sp. cf. *T. transitoria curascoensis* Weaver, *Tellina* cf. *T. carteroni* d'Orb., *Exogyra boussingaultii* d'Orb. sensu Dietrich., ? *Sphaera corrugata* J. Sowerby.

La parte superior del Río Negro está constituida principalmente por espesos bancos de areniscas de grano medio a grueso con estratificación cruzada y canales, entre los cuales existen intercalaciones de lutitas limosas y carbonosas. En las areniscas son frecuentes los rodados de lodolitas y las huellas fósiles en forma de tubos perpendiculares a la estratificación (diámetro 0,7 a 1 cm). Un nivel guía importante en la litología monótona del Río Negro de la sierra es el Miembro D<sub>2</sub>, constituido por areniscas y conglomerados

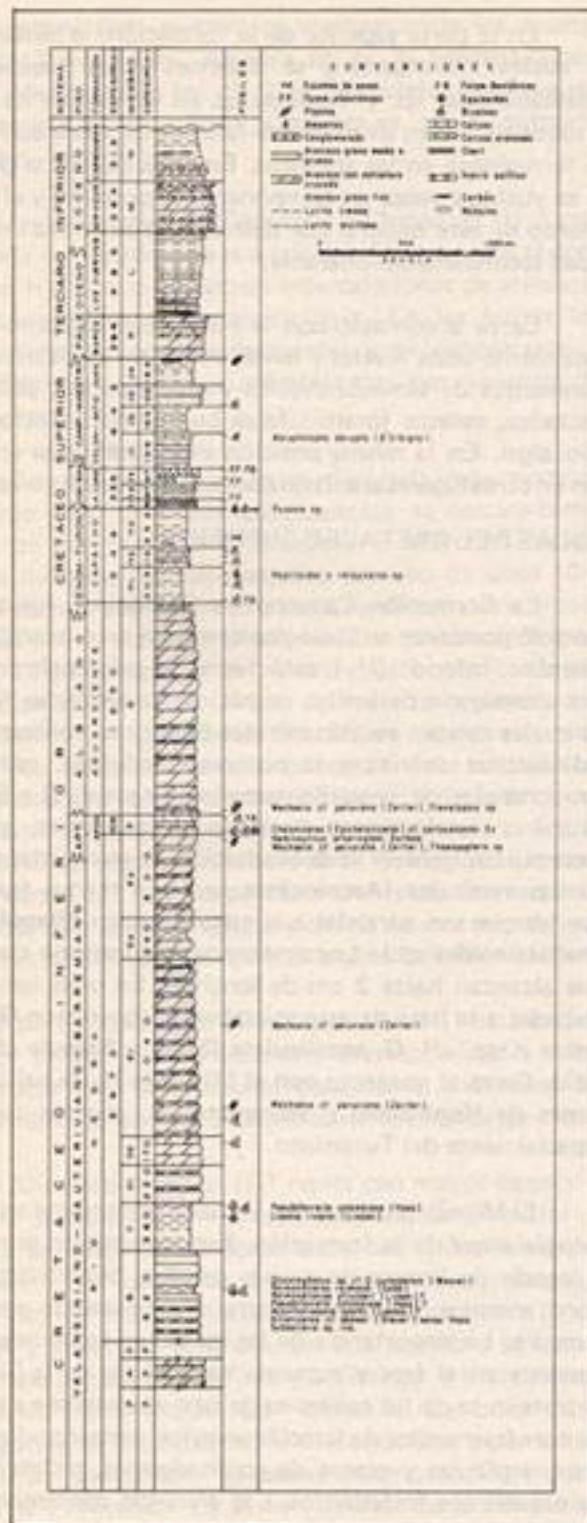


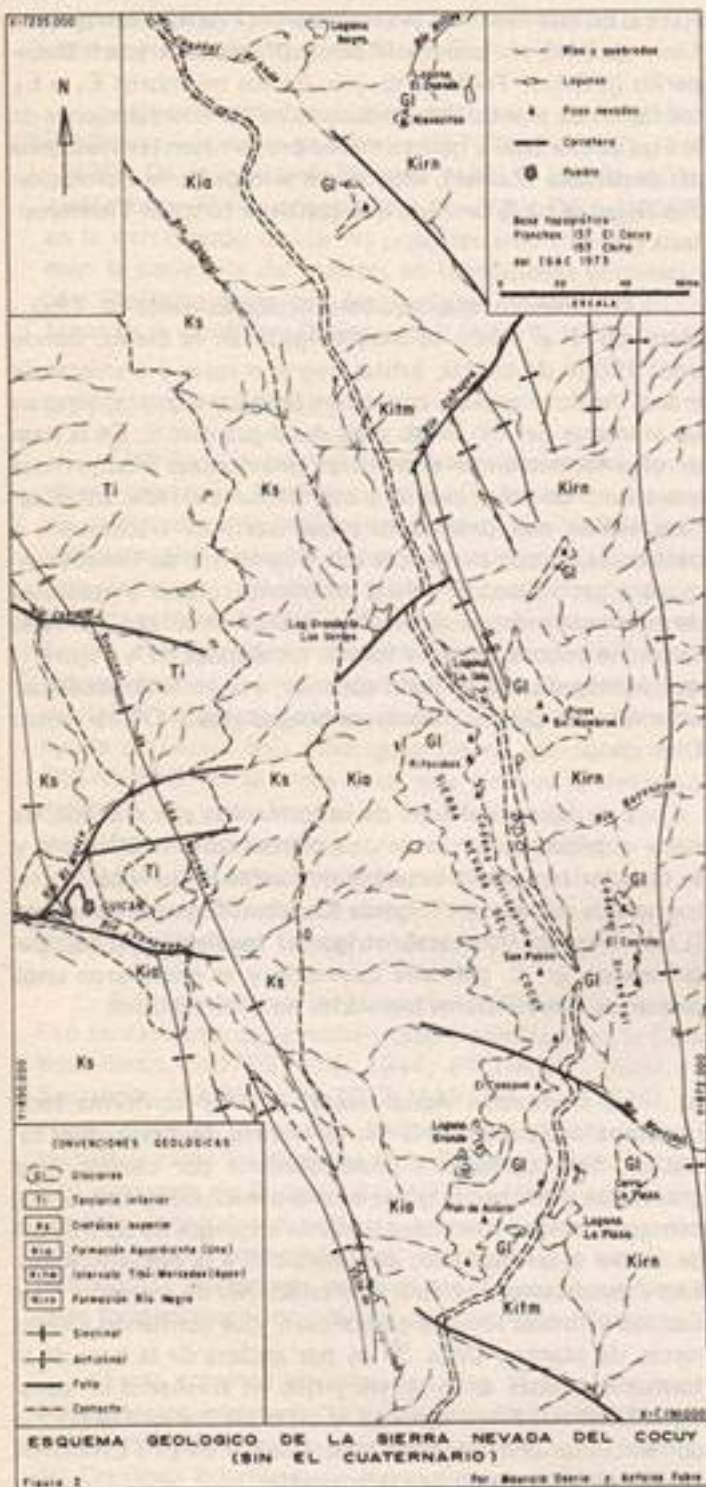
FIG. 1—Columna estratigráfica simplificada de la Sierra Nevada del Cocuy.

con cemento calcáreo-ferruginoso y patina oxidada característica. En este intervalo se encontraron: *Aetostreon* sp. juv., *Lima* sp. juv., cf. *L. longa* (Roem), *Disparilia* n. sp. cf. *D. disparilis* (d'Orb.), *Trigonia* sp. juv. En los miembros E<sub>1</sub> a E<sub>3</sub> los fósiles de plantas son frecuentes en las intercalaciones de lutitas carbonosas y generalmente predominan las *Wechselia* cf. *peruviana* (Zeiller). Muy cerca al tope de la Formación Río Negro se halló un nivel que contiene también *Thaenyopteris* sp.

El intervalo que equivale litológicamente al Tibú - Mercedes o al Apón es muy delgado en la Sierra, donde unos 100 m de calizas, lutitas negras o rojas y areniscas de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, separan las areniscas del Río Negro y las del Aguardiente. En la base de esta formación se encuentran unas calizas biodetríticas y arenosas de color oscuro y con patina oxidada. Estas calizas tienen una petrotextura que varía de wackestone a packstone, cuyos elementos son fragmentos de lamelibranquios y gasterópodos, pellets de micrita, placas y espículas de equinodermos, calcíferas?, y granos de cuarzo. En estas calizas se encontraron las formas localizadas en la Figura 1, que representan al Aptiano superior, y además *Arnaudaster colombianus* Cooke y *Exogyra boussingaultii* D'Orb. sensu Dietrich.

Las calizas del tope de la formación son macizas, de color y patina gris, tienen una petrotextura wackestone y se caracterizan por la ausencia de cuarzo en la roca. En estos bancos se hallaron *Trigonia* (*Quadratotrigenia*) *hondaana* (Lea), *Trigonia* (*Notoscabrotrigenia*) *tocaimaana* (Lea), *Cucullaea* sp. gr. *C. gabrielis* Leymerie y se observaron unos pequeños foraminíferos biseriados no determinados.

La Formación Aguardiente? o Une? conforma toda la cadena occidental de la Sierra Nevada del Cocuy (ver carátula). Está compuesta principalmente por bancos muy gruesos de areniscas de grano medio a microconglomerático, con estructuras entrecruzadas planas en juegos de 30 a 50 cm de altura o laminaciones casi paralelas a la estratificación. Entre estos bancos existen intercalaciones de areniscas finas oscuras y lutitas limosas carbonosas, que contienen a veces restos de plantas. Unos 30 m por encima de la base de la formación existe un nivel muy rico en *Wechselia* cf. *peruviana* (Zeiller), *Frenelopsis* sp. y otras plantas que se podría correlacionar con las capas descritas por PFEFFERKORN (1977) en el Norte de Zea (Venezuela).



En la parte superior de la formación, la bioturbación se vuelve importante y se observan varias huellas como *Thalassinoides* sp. y *Tigillites* sp. en los bancos de lutitas, y tubos de 5 mm de diámetro rellenos de arena con cemento ferruginoso en las areniscas. En estos bancos la glauconita se vuelve a veces un componente importante y el encogimiento de este mineral por deshidratación forma una porosidad secundaria considerable.

Cerca al contacto con la Formación Capacho existen localmente unos niveles y lentes de calizas biodetríticas con fragmentos de lamelibranquios y gasterópodos, pellets fosfatizados, escasos foraminíferos bentónicos y restos de tejido algal. En la misma posición estratigráfica se encontraron en otros lugares areniscas con cemento calcáreo-fosfático.

### ROCAS DEL CRETACEO SUPERIOR

La Formación Capacho? o Chipaque?, fue dividida morfológicamente y litológicamente en tres miembros. El Miembro inferior ( $H_1$ ) está formado principalmente por una alternancia de lutitas negras y por areniscas finas, en las cuales existen escasos estratos de calizas arenosas. En las sedimentitas detríticas se observan ondulitas, estructuras entrecruzadas de pequeño tamaño (juegos de 2 a 5 cm de altura) y laminaciones paralelas y onduladas, claras y oscuras. En general la bioturbación es muy intensa y las huellas verticales (*Arenicolites* sp.) son menos frecuentes que las que son paralelas a la estratificación (*Planolites* sp., *Thalassinoides* sp.). Localmente se encontraron coprolitos que alcanzan hasta 2 cm de longitud. En unas lumaquelas ubicadas a la base de este miembro se observaron *Gryphaeostrea* n. sp. aff. *G. canaliculata* (Sow) y *Serpula* cf. *cincta* Gold. Cerca al contacto con el Miembro  $H_2$  se halló impresiones de *Hoplitoides* o *Imlayceras* sp. géneros conocidos especialmente del Turoniano.

El Miembro central ( $H_2$ ) resalta claramente en la morfología suave de la formación. Está compuesto por una alternancia de bancos de calizas oscuras, biodetríticas y un poco arenosas, de lutitas oscuras y areniscas de grano fino a medio. La importancia de las calizas en la secuencia varía bastante en el área y aumenta hacia el sur de la Sierra. La petrotectura de las calizas es de tipo wackestone a packstone con fragmentos de lamelibranquios, gasterópodos y briozoos, espículas y placas de equinodermos, pellets y restos de organismos fosfatizados. Las areniscas contienen a veces glauconita y el cemento es calcáreo-ferruginoso. En las ca-

lizas se encontraron numerosos bivalvos entre los cuales: *Venus* sp., *Cardium* sp., *Anomia* sp. gr. *A. peruana* Gabb, *Cyprina* (*Venilicardia*) sp. cf. *C. (V) lineolata*, *Plicatula* sp. aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux, *Cardium* sp. aff. *C. cottaldinum* d'Orb., *Nucula* sp.

La parte superior del Capacho? o Chipaque? ( $H_3$ ) está constituida por lutitas negras a grises, calcáreas cerca al contacto con  $H_2$ , con unas escasas intercalaciones de areniscas finas, que resaltan en la morfología. En las lutitas los nódulos ferruginosos son frecuentes y se encontraron a menudo escamas de peces reemplazadas por vivianita de color azul por oxidación.

La Formación La Luna es un nivel guía importante en el Cretáceo superior y morfológicamente se destaca como un conjunto que sobresale en el relieve. El Miembro inferior ( $I_1$ ) está formado por un conjunto arenoso de unos 10 a 20 m de espesor con cemento a veces calcáreo, sobre lo cual descansan una lutitas negras con nódulos de calizas de gran tamaño. La parte superior del miembro está constituida por calizas oscuras, laminadas, ricas en materia orgánica, con una estratificación delgada de 5 a 20 cm de espesor, que hacia arriba pasan a unos cherts negros. Esta sucesión se puede interpretar como la sucesión vertical de facies horizontalmente contemporáneas y correspondería a una profundización del medio. En la base de la formación se encontraron *Puzosia* sp., *Lucina porrecta* Gerhardt, *Ostrea* juv. y escamas de peces. En las calizas y cherts de este miembro se observaron numerosas globigerinas y guembelinas.

La parte intermedia de la formación ( $I_2$ ) está constituida por lutitas limosas oscuras y areniscas finas a veces glauconíticas con laminaciones paralelas y onduladas. En este miembro se encontró únicamente un banco de chert.

El Miembro superior ( $I_3$ ) repite con mayor espesor la secuencia de facies de  $I_1$  y al tope de la formación existe un conjunto de unos 50 m constituido casi únicamente por chert negros, en los cuales existen algunas capas delgadas (5 a 15 cm) de rocas fosfóricas, formadas por restos de organismos y pellets de colofana. En este miembro se encontraron hacia la base globigerinas y buliminas y hacia el tope aparecen siphogenerinoides. La Formación La Luna de la Sierra representa probablemente el Coniaciano y por lo menos parte del Santoniano. El intervalo comprendido entre el tope de la Formación La Luna y la base de la Formación Barco equivale litológicamente a las formaciones Colón, Mito-Juan y Catatumbo definidas en el Concesión Barco.

Pero la litología de esta secuencia en la Sierra Nevada difiere bastante de la descripción original de estas formaciones y en la columna estratigráfica se dividió en cuatro miembros. La parte inferior ( $J_1$ ) está constituida por areniscas oscuras de grano fino a medio, lutitas oscuras y unos niveles de calizas fosilíferas en las cuales se encontró *Abruptalopha abrupta* (d'Orbigny) que predomina en el Campaniano (ETAYO, 1969), *Lithophaga* sp. y ? *Entobia cretacea* Portlock.

El Miembro  $J_2$  está formado por un conjunto de lutitas negras muy blandas con pequeños nódulos ferruginosos.

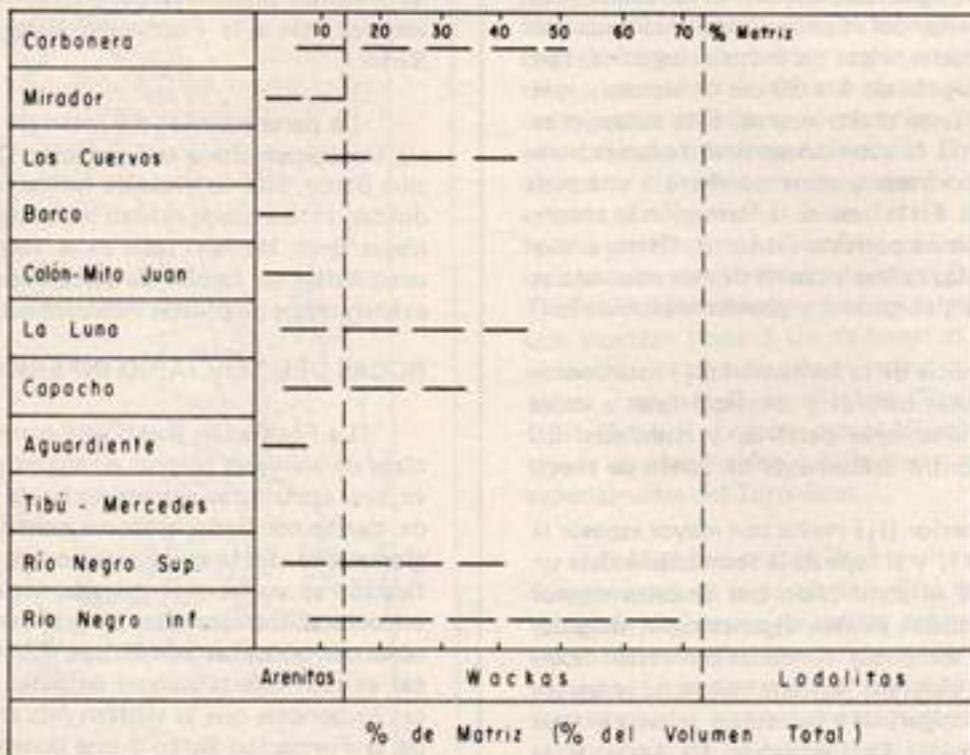
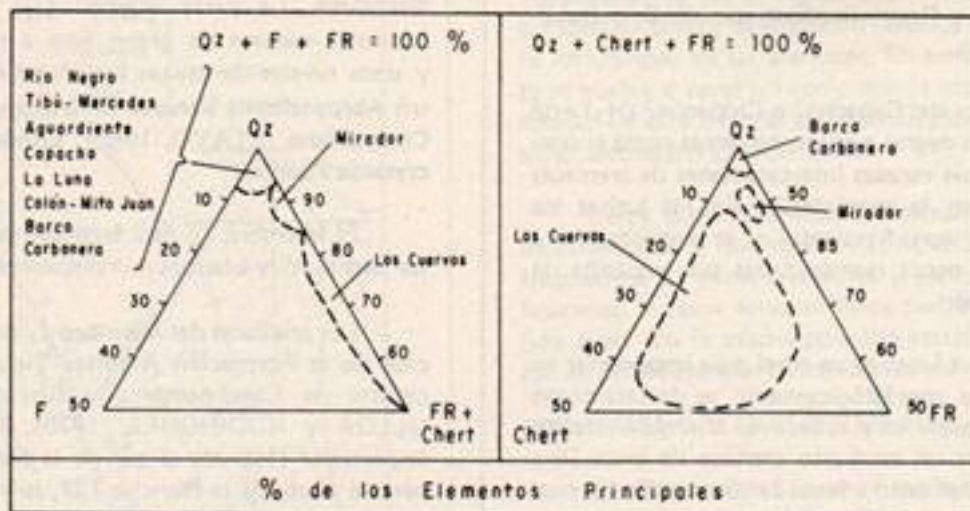
Las areniscas del Miembro  $J_3$  representan la prolongación de la Formación Arenisca Tierna, cartografiada en el oriente de Cundinamarca y Boyacá (ULLOA, inédito; ULLOA y RODRIGUEZ, 1979). Su espesor es todavía importante (100 m) al sur de la Sierra y cerca a Guicán, pero al norte de la Plancha 137, la importancia de los niveles arenosos disminuye considerablemente y la litología se asemeja más a la Formación Mito-Juan de la Concesión Barco.

La parte superior del intervalo ( $J_4$ ) que correspondería litológicamente a la Formación Catatumbo de la Concesión Barco, está formada de lutitas limosas oscuras con ondulitas, en las cuales existen intercalaciones delgadas de areniscas finas. Hacia el tope de la formación se encontraron unos lentes de carbón de poca importancia, en las cuales existen restos de plantas indeterminables.

## ROCAS DEL Terciario Inferior

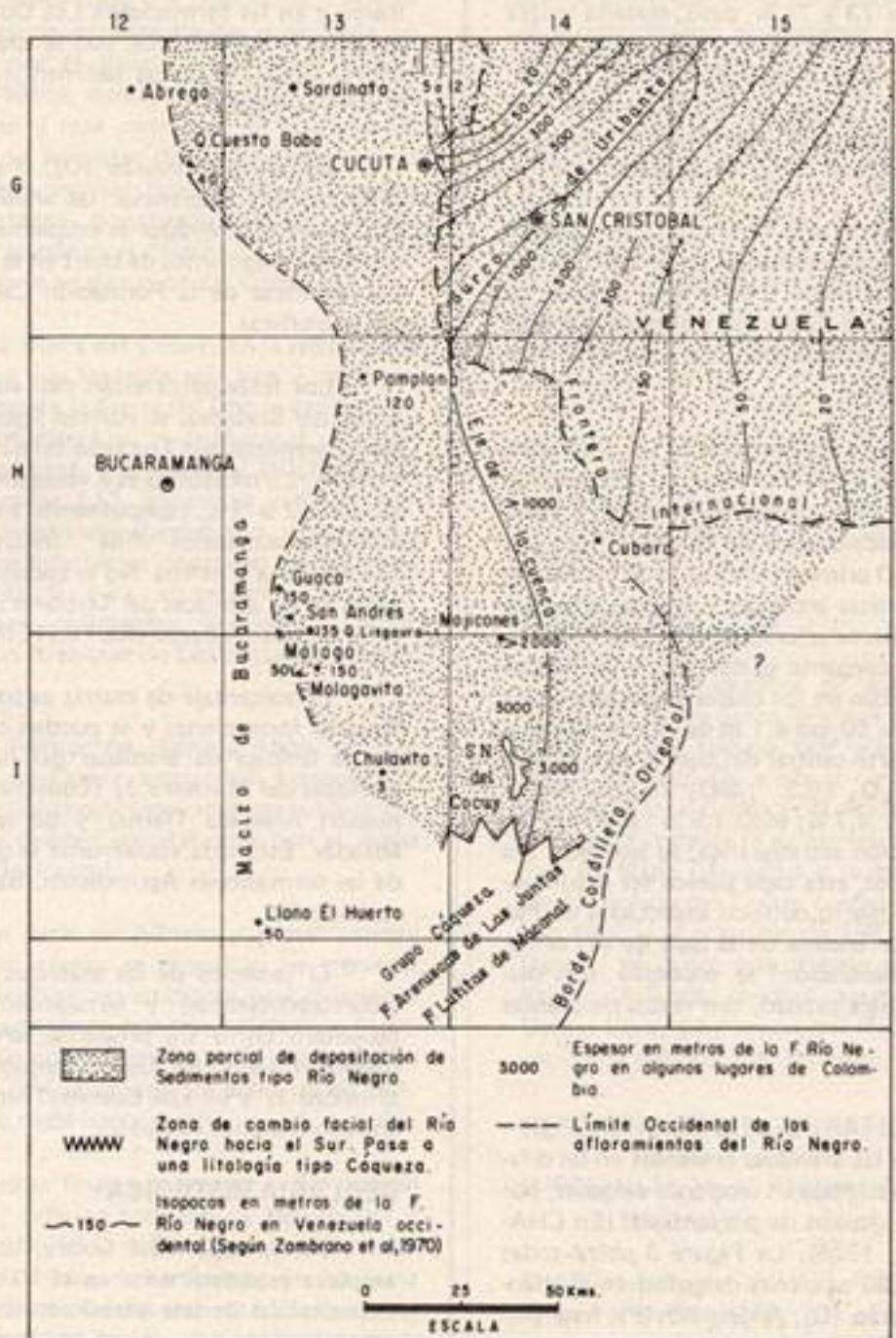
La Formación Barco está constituida por bancos macizos de areniscas blancas o rosadas, de grano medio a grueso, con estructuras entrecruzadas de gran tamaño. A la base de ciertos conjuntos arenosos existen bancos de microconglomerados. En la parte superior de la formación la estratificación se vuelve más delgada, las areniscas más finas, las estructuras entrecruzadas de gran tamaño desaparecen y se observan ondulitas asimétricas. Entre los bancos de areniscas existen intercalaciones delgadas de lutitas negras, a veces carbonosas que se vuelven más abundantes hacia el tope de la Formación Barco y este aumento marca el paso progresivo a la Formación Los Cuervos.

En esta formación, constituida por una alternancia de lutitas y areniscas a veces calcáreas, se presentan hasta 5 mantos de carbón (10 cm a 1 m) en los 100 m inferiores.



COMPOSICION DE LAS ARENISCAS DE LA PLANCHA 137, EL COCUY

Fig.3



**DISTRIBUCION DE LOS ESPESORES DE LA FORMACION RIO NEGRO**

Fig. 4

Unas tres muestras de carbón fueron analizadas en INGEOMINAS y se pueden determinar como carbón bituminoso (Carbono fijo varía entre 73 y 79 % peso, materia volátil entre 14,4 a 20,6% peso, cenizas entre 4 a 6 peso, azufre entre 0,7 a 0,9, poder calorífico entre 7.920 a 8.020 Cal/gr). En el tercio superior de la Formación Los Cuervos las lutitas se vuelven más claras, de color amarillento a verdoso y no existen areniscas calcáreas como en la parte inferior.

La Formación Mirador está constituida por bancos gruesos de areniscas y conglomerados polimícticos, con estratificación entrecruzada plana o en artesa, de gran tamaño (juegos de 30 a 50 cm de altura) y bancos granodrecientes. Entre estos bancos existen intercalaciones delgadas de lutitas de color claro.

Finalmente en el centro del Sinclinal de Las Mercedes, aflora una sección parcial de la Formación Carbonera? o Concentración? formadas principalmente de lutitas limosas negras, con delgadas intercalaciones de areniscas finas que presenta ondulitas. Los 50 primeros metros de la formación están constituidos por lutitas arcillosas y limosas amarillas o verdosas con escasas intercalaciones de areniscas de grano fino. Por encima de este conjunto se destacan unos bancos de areniscas de grano medio en los cuales se encontró una capa de hierro oolítico de 50 cm a 1 m de espesor. Se analizó una muestra de la parte central del banco, que dio los resultados siguientes:  $Fe_2O_3$  66,3 ;  $SiO_2$  10,3%;  $Al_2O_3$  11,2%;  $CaO$  2,4%;  $P_2O_5$  1,7%;  $MgO$  1,5% ;  $MnO$  0,5%;  $TiO_2$  0,7%. Por su posición estratigráfica, su textura y sus componentes mineralógicos, esta capa parece ser la prolongación de los bancos de hierro oolítico explotados en Paz de Río. Unos 160 m por encima de la base de la Formación Carbonera? o Concentración? se encontró una delgada capa de carbón de baja calidad, con restos de plantas indeterminables.

## PETROGRAFIA

La composición de las areniscas presentes en las diferentes formaciones, fue estimada en secciones delgadas, por comparación con tablas visuales de porcentajes. (En CHAROLLAIS Y DAVAUD, 1976). La Figura 3 ubica todas las areniscas estudiadas (60 secciones delgadas) en el triángulo composicional cuarzo (Q), feldespatos (F), fragmentos de rocas más chert (FR).

Todas las areniscas estudiadas de las formaciones del Cretáceo y las de la parte inferior y media de la Formación Barco, se pueden determinar como cuarzo arenitas o wackas

de cuarzo (Clasificación de PETTIJOHN, 1975), según su contenido arcilloso. En la parte superior de la Formación Barco y en las formaciones Los Cuervos y Mirador la composición se vuelve lítica, con la aparición de fragmentos de chert, lutitas, cuarcitas sedimentarias y fragmentos de esquistos sericíticos.

El triángulo cuarzo (Q), chert, fragmentos de roca (FR) permite diferenciar las areniscas de las formaciones Los Cuervos y Mirador principalmente por la mayor abundancia de fragmentos de chert en la Formación Los Cuervos. Las areniscas de la Formación Carbonera se vuelven otra vez cuarcíticas.

Los feldespatos están casi ausentes en todas las areniscas del Cretáceo, se vuelven ligeramente más abundantes en las areniscas del Terciario inferior, pero nunca pasan de 1 a 2%. La moscovita es a veces un componente que puede alcanzar 2 a 3%, especialmente en las areniscas finas. Los minerales accesorios más frecuentes son zircón, turmalina ferrífera y esfena. No se encontraron granates y estaurolita en las areniscas del Terciario inferior como fue el caso en la Concesión Barco (NOTESTEIN, 1944).

El porcentaje de matriz es bastante variable en las diferentes formaciones y se pueden considerar como relativamente limpias las areniscas del Aguardiente? o Une?, las areniscas del Miembro  $J_3$  (Equivalente litológico de la Formación Arenisca Tierna) y de las formaciones Barco y Mirador. Estimada visualmente la porosidad de las areniscas de las formaciones Aguardiente, Barco y Mirador alcanza a menudo 5%.

El cemento de las areniscas es generalmente silíceo (sobrecrecimientos) y ferruginoso, pero en el Río Negro (Miembro  $D_2$  y  $E_3$  proparte), en las formaciones Apón, Capacho? ( $G_1$ ), La Luna (conjunto arenoso basal), en el Miembro  $J_1$  y en Los Cuervos (parte inferior) existen bancos con cemento calcáreo.

## GEOLOGIA HISTORICA

En la región del Cocuy, la sedimentación cretácica empieza probablemente en el Valanginiano inferior con la depositación de una gruesa secuencia detrítica (Río Negro), en un ámbito que abarca ambientes que varían probablemente entre deltáico, litoral y marino poco profundo. Observando los espesores del Río Negro (Fig. 4) se puede pensar que la región de la Sierra del Cocuy formaba un surco de dirección aproximadamente norte-sur en lo cual la



sedimentación empezó con anterioridad a las zonas situadas al oeste (Macizo de Bucaramanga) y al este (Arauca), y con una subsidencia rápida controlada por paleofallas bordeando el surco. Este surco se prolongaba hacia el norte en Venezuela occidental por el surco de Uribante (RENZ, 1959; VAN ANDEL, 1958), donde el Río Negro es probablemente menos marino y más joven que en la Sierra del Cocuy. El encuentro de amonitas del Valanginiano en la Sierra del Cocuy permite ampliar ligeramente el contorno mínimo del mar Cretáceo presentado por esta época (ETAYO et al, 1976) y estirar el "Golfo de Nunchia" de estos autores hacia el norte en dirección del Cocuy.

Hacia el sur de la Sierra del Cocuy, en la región de la Salina de Chita, aparece una litología más fina y los Miembros B y C del Río Negro de la Sierra del Cocuy cambian de facies y pasan a la Formación Lutitas de Macanal, cartografiada por ULLOA (inédito) y ULLOA y RODRIGUEZ (1979) en los cuadrángulos J-13, Sogamoso y K-12, Guateque. Durante el Hauteriviano-Barremiano y probablemente hasta el Aptiano inferior se depositan las areniscas de los Miembros D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>, E<sub>1</sub> a E<sub>3</sub> en un ambiente probablemente litoral. Estos sedimentos equivalen litológicamente a la Formación Areniscas de Las Juntas de los cuadrángulos J-13 y K-12.

Las calizas de la Formación llamada Apón? o Tibú-Mercedes? en la Sierra del Cocuy, empezaron a depositarse en el Aptiano superior, en condiciones marinas sublitorales y cronológicamente se pueden correlacionar con el Apón inferior de Venezuela Occidental.

Durante la mayor parte del Albiano y probablemente parte del Cenomaniano inferior se depositan las areniscas del Aguardiente? o Une? en un ambiente probablemente litoral. El espesor importante de esta formación en la Sierra del Cocuy, es característico del Este de la Cordillera Oriental de Colombia, en la cual se observa un aumento de espesor de estas areniscas de oeste hacia el este.

Las lutitas, areniscas finas y calizas de la Formación Capacho? o Chipaque? reflejan condiciones sublitorales y neríticas que prevalecieron en la región durante el Cenomaniano (proparte) y el Turoniano. La Formación La Luna representa las facies más profundas depositadas en el mar del Cretáceo. Los sedimentos, por la cantidad de foraminíferos planctónicos, la abundancia de materia orgánica, el tipo de estratificación y la presencia de rocas fosfóricas, representan probablemente depósitos de la zona más pro-

funda de la plataforma en un ambiente tranquilo y reductor. Desde el Campaniano el ambiente de depositación se vuelve menos profundo, en la zona litoral (Miembro J<sub>4</sub>) y durante el Maestrichtiano el ambiente es probablemente deltáico-litoral (J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub> y J<sub>4</sub>).

Durante el Paleoceno inferior (VAN DER HAMMEN, 1960) mientras se depositan las areniscas de la Formación Barco, la Cordillera Oriental empieza a emerger. Esto se refleja en la composición de las areniscas por la aparición de fragmentos de rocas que provienen de la destrucción de la cobertura sedimentaria cretácica (chert de la Formación La Luna) y del zócalo metamórfico (fragmentos de esquistos sericíticos) de esta cadena. Durante el final del Paleoceno (Los Cuervos) y el principio del Eoceno (Mirador) el ambiente de depositación es probablemente deltáico y fluvial. Al final del Eoceno, mientras se deposita la Formación Carbonera? o Concentración?, empieza una pequeña transgresión marina y en estas condiciones litorales existe un ambiente favorable a la formación de hierro oolítico (KIMBERLEY, 1980).

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece de manera especial al Profesor Fernando Etayo-Serna por sus consejos durante la elaboración de este trabajo, por la determinación de todos los fósiles recolectados y por la corrección de este texto. Gracias también a Gloria Inés Rodríguez Sierra por su ayuda tan atenta durante la determinación de las secciones delgadas. El Mapa Geológico y la columna estratigráfica de la Sierra Nevada del Cocuy fueron elaborados durante todo el año 1980 y el principio de 1981 en compañía de Mauricio Osorio, sin quien este trabajo no hubiera podido ser realizado. Además quisiera agradecer al doctor Hermann Duque Caro, subdirector del INGEOMINAS, por su autorización de publicar este artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BURGL, H. Fósiles infracretáceos de la Sierra Nevada del Cocuy. Inédito. 1959.
- CHAROLLAIS, J.J., DAVAUD, E. Microfacies et Ordinateur. Technip, Paris. 1976.
- ETAYO, F. Lenticeras baltai Lisson en Colombia y su probable posición zonal santoniense. Geología Colombiana, 6: 17-29. Bogotá. 1969.

- ETAYO, F., RENZONI, G. BARRERO, D. Contornos sucesivos del mar Cretáceo en Colombia. Cong. Colomb. Geol. Mem. 1: 217-252. Bogotá. 1976.
- GONZALEZ, E., VAN DER HAMMEN, Th., FLINT, R.T. Late Quaternary glacial and vegetational sequence in Valle de Lagunillas. Sierra Nevada del Cocuy. Colombia. Leidse Geol. 32: 157-182. Medellín. 1965.
- HETTNER, A. Die Kordillere von Bogotá. Petterm. Erg., Bd. 22, Heft 104. 1892.
- JULIVERT, M. Colombie (Première partie) Lexique stratigraphique International. Vol. 5, Fasc. 4a., pp. 1-650. Centre Nat. Rech. Sci. Paris. 1968.
- KIMBERLEY, M.M. The Paz del Río Oolitic Inland - Sea Iron Formation. Econ. Geol., 75: 97-106. 1980.
- LIPPS, Th. Acerca de la flora subcretácea de Colombia. Estudios geológicos y paleontológicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia, Tercera parte, pp. 137-144, Min. Ind. y Trab. Depart. Minas y Petrol. 1938.
- NOTESTEIN, F.B., HUBMAN, C.W., BOWLER, J.W. Geology of the Barco Concession, Republic of Colombia. South America. Bull. Geol. Soc. Amer. 55: 1165-1215. 1944.
- OPPENHEIM, V. Glaciones cuaternarias en la Cordillera Oriental de la República de Colombia. Rev. Acad. Col. Ciencias exactas, Fis. y Nat., 4 (13): 70-81. 1940.
- PETTIJOHN, F.J. Sedimentary Rocks. Harper and Row, 3 rd. ed, 628 pp., New York. 1975.
- PFEFFERKORN, H.W. Plant megafossils in Venezuela and their use in geology. V. Congr. Geol. Venez. Mem., Tomo 1: 407 - 414. 1977.
- RENZ, O. Estratigrafía del Cretáceo en Venezuela Occidental. Bol. Geol., 5 (10): 3 - 48, Caracas. 1959.
- RICHARD, H.G. Cretaceous section in Barco area of northeastern Colombia. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 52 (12): 2324 - 2336. 1968.
- ULLOA, C. Geología del Cuadrángulo J-13, Sogamoso. Ingeominas. Inédito.
- ULLOA, C., RODRIGUEZ, E. Geología del Cuadrángulo K-12, Guaque. Bol. Geol. INGEOMINAS. 22 (1): 3 - 55. Bogotá. 1979.
- VAN ANDEL, T. Origin and classification of Cretaceous, Paleocene and Eocene Sandstone of West Venezuela. Bull. Am. Geol. Bull., 42 (4): 734 - 766. 1958.
- VAN DER HAMMEN, Th. Estratigrafía del Terciario y Maestrichiano continentales y Tectogénesis de los Andes Colombianos. Bol. Geol. 6 (1-3): 67 - 128. Bogotá. 1960.
- VAN DER HAMMEN, Th., BARELDS, J., DE JONG, H., DE VEER, A.A. Glacial sequence and environmental history in the Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). Palaeogeogr., Palaeoclimat. Palaeoecol. 32: 247 - 340. 1980.

• • • •