

LA FORMACION ABEJORRAL Y SUS IMPLICACIONES SOBRE LA EVOLUCION DE LA CORDILLERA CENTRAL DE COLOMBIA DURANTE EL CRETACEO.

Jean-Francois Toussaint *

Jorge Julian Restrepo A. *

RESUMEN

Los sedimentos de la formación Abejorral se depositaron sobre rocas metamórficas y plutónicas de la Cordillera Central durante dos transgresiones ocurridas durante el Aptiano y el Albiano. En cada serie, la mayor parte de los sedimentos se depositó en condiciones de plataforma continental, antecedidas por una breve fase de ambiente litoral.

Poco tiempo después del Albiano medio los sedimentos fueron sometidos a una intensa deformación, acompañada de un metamorfismo dinamo-térmico. Se considera que la causa de esta deformación fué la obducción del Complejo Ofiolítico del Cauca sobre el Occidente Colombiano.

Diversas formaciones sedimentarias del Cretáceo inferior se correlacionan con la formación Abejorral. Estos sedimentos se depositaron bajo condiciones semejantes y también fueron recubiertos y deformados por el manto ofiolítico.

ABSTRACT

The sediments of the Abejorral Formation were deposited on metamorphic and plutonic rocks of the present Central Cordillera of Colombia during two transgressions that took place during the Aptian and the Albian. In each series, most of the rocks were deposited under a continental-platform environment that was preceded by a brief littoral environment.

* Laboratorio de Geología, Facultad de Minas, Medellín, Colombia.

Shortly after middle Albian time, the sediments underwent strong deformation and dynamic metamorphism. It is proposed that the cause of the deformation was the overthrusting of oceanic crust, the Cauca Ophiolite Complex, over autochthonous rock of Western Colombia during a Cretaceous obduction.

Several Lower Cretaceous sedimentary formations are correlative with the Abejorral Formation; they were deposited under similar conditions and were also recovered and deformed by the ophiolite thrust sheet.

RESUME

Les sédiments de la Formation Abejorral se sont déposés sur les roches métamorphiques et plutoniques de la Cordillère Centrale pendant deux transgressions qui se sont produites pendant l'Aptien et l'Albien. Dans chaque série, la plus grande partie des sédiments s'est déposée dans des conditions de plateforme continentale, précédées par une courte phase d'ambiance litorale.

Peu de temps après l'Albien moyen, les sédiments ont souffert une intense déformation accompagnée d'un métamorphisme dynamique. Les auteurs considèrent que la cause de cette déformation fut l'obduction du "Complexe Ophiolitique du Cauca" sur l'Occident Colombien.

Diverses formations sédimentaires du crétacé inférieur se corrélaient avec la formation Abejorral. Ces sédiments se sont déposés dans des conditions identiques et ont été également recouverts et déformés par la nappe d'ophiolites.

ESTUDIOS ANTERIORES

La Formación Abejorral está localizada en dos fajas de dirección aproximada Norte-Sur, situadas a unos 100 kilómetros al Sur-Sureste de Medellín. Scheibe (1919) describió en la zona de Abejorral conglomerados con guijarros de cuarzo, arcillas y pizarras, intercalados con rocas metamórficas. A este conjunto le asignó una supuesta edad Jura-Triásica.

Burgt y Radelli (1962) definieron la Formación Abejorral, y describieron una secuencia que consta de un conglome-

rado basal con guijarros de cuarzo y de rocas metamórficas, seguido de una serie de areniscas y argilitas. En este trabajo, Burgl identificó varios fósiles, los cuales consideró, por comparación con faunas de la Cordillera Oriental, como típicos del Albiano medio alto.

Recientemente, Jaramillo y Ramírez (1968) describieron la secuencia estratigráfica de la formación y presentaron una columna con un espesor total de 2.000 metros. Tentativamente dividieron la formación en dos series separadas por una discordancia: la inferior aptiana y la superior albiana.

La serie inferior consta de un conglomerado basal, lutitas y areniscas y la superior de una arenisca conglomerática basal, lutitas, lilitas y areniscas.

AMBIENTES DE DEPOSITACION

Con base en la columna presentada por Jaramillo y Ramírez y en las observaciones de campo realizados por los autores, se presenta una interpretación de los ambientes de depositación de la formación.

El conglomerado basal es un orto-conglomerado oligomíctico, formado casi totalmente por guijarros bien redondeados de cuarzo lechoso. Los guijarros presentan una buena selección de tamaños, con un diámetro medio de 1 cm., aunque se presentan algunos de hasta 5 cms. También se encuentran escasos cantos de filitas y cuarcitas sericíticas. La matriz es de color gris oscuro, debido a la presencia de pirita y materia orgánica; al microscopio se observa que ella consiste de cuarzo intercrecido en continuidad óptica con los cantos.

Este conglomerado se interpreta como depositado en un ambiente de playa, el cual avanzaba sobre el basamento metamórfico a medida que la transgresión iba cubriendo la región. El basamento incluía filitas del grupo Ayura-Montebello, considerado por Botero (1963)

como de probable edad paleozoica. El hecho de que las filitas, que corresponden a metamorfismo de la facies esquisto verde, ya aflorarán durante el Aptiano indica que después del metamorfismo había ocurrido una erosión mínima de 5.000 metros, según el diagrama de estabilidad de facies de Turner (1968, figuras 8-6).

En algunas partes, encima del conglomerado se encuentra una arenisca cuarzosa de grano medio, de matriz arcillosa, con tamaños mal seleccionados y con granos subangulares. Esta arenisca corresponde a depósitos adyacentes a la playa pero localizados debajo del nivel efectivo de oleaje.

Sobre esta arenisca, o sobre el conglomerado basal, comienza la gruesa secuencia en la cual predominan las lutitas. Estas presentan bastante variación en cuanto a color y composición. En general son lutitas limosas, de colores grises, pardos o negros. Algunas son silíceas debido a delgadas capas de ópalo. La partición de estratificación se presenta siempre claramente, aunque una esquistosidad de fractura les da un aspecto de pizarras y las asemeja a las rocas metamórficas del basamento. De éstas se distinguen por ser menos lustrosas y por no haberse convertido la materia orgánica en grafito.

Dentro de la secuencia de lutitas aparecen delgados bancos de liditas negras y areniscas. Estas son arcóscas, de color crema claro, y de grano fino a medio. Se presentan en bancos de pocos centímetros de espesor, con laminación subparalela muy fina, la cual localmente se convierte en estratificación cruzada de ángulo muy pequeño; también se encuentran cintas delgadas en la lutitas, las cuales determinan una estructura flaser.

El ambiente de depositación de lutitas solas es difícil de precisar debido a su ubicuidad en muchos ambientes, pero las intercalaciones de areniscas finamente lamina-

das, la ausencia de estratificación gradada y la presencia de fósiles marinos, hacen pensar en un ambiente de plataforma continental con corrientes suaves. La sedimentación parece haber sido lenta, con interrupciones cortas del suministro de materiales detríticos. Así lo indican las intercalaciones de lilitas y las altas concentraciones de icnofósiles tubulares no identificados que se encuentran en los planos de estratificación de algunas lutitas. Localmente se produjeron condiciones euxínicas, tal vez debido a la presencia de relieve en el fondo del mar, el cual produciría cuencas sin circulación, aisladas por debajo de cierto nivel, aunque es probable que superficialmente toda la plataforma estuviera comunicada.

La base de la arenisca conglomerática de la parte media de la secuencia fue interpretada por Jaramillo y Ramírez (1968) como equivalente a la discordancia que observaron Burgl y Radelli (1962) entre el Albiano y el Aptiano en los sedimentos de Berlín (ver figura 1). Esta arenisca conglomerática, o mejor dicho conglomerado de gránulos, está formada predominantemente por gránulos subredondeados de cuarzo y algunos cantos de lilita y lutita. Probablemente hubo una corta interrupción en la sedimentación, con emergencia y erosión de los sedimentos recién depositados, continuando luego una segunda transgresión que repitió todos los ambientes, desde ambiente litoral en la base, hasta condiciones de plataforma continental en la parte superior de la secuencia.

PROCEDENCIA DE LOS SEDIMENTOS

El principal indicio sobre la procedencia del material detrítico se obtuvo de una arenisca arcósica descompuesta, en la cual se logró hacer una separación de minerales pesados. En esta fracción se observaron en orden de abundancia, leucoxeno, turmalina, hornblenda y circón. De la turmalina se encontraron dos tipos: uno se presenta en cristales euhedrales a subhedrales, con abundantes inclusiones fluidas y con pleocroísmo E= rosa pálido, W= gris azulado muy oscuro; el otro

se presenta en granos subhedrales a anhedrales y con pleocroísmo E= incoloro a amarillo pálido y W=pardo oscuro. La turmalina del primer tipo es de naturaleza hidrotermal y se desconoce su procedencia. La segunda parece haberse derivado de pegmatitas de la región de Montebello. Es de anotar que esta turmalina parda es un accesorio común en muchos de los sedimentos de la formación.

Las pegmatitas de Montebello, localizadas a unos 10 kilómetros al norte de Abejorral, contienen abundante chorro, el cual presenta el mismo pleocroísmo en tonos de amarillo y pardo. Estas pegmatitas también pudieron haber suministrado parte del cuarzo y del feldespato que se encuentra en los sedimentos detríticos.

La edad de las pegmatitas es incierta. Martínez y Vélez (1973) las relacionan genéticamente con una serie de pequeños plutones granodioríticos que afloran en las cercanías de Montebello, siendo los mayores los plutones de El Buey y de Montebello. Ciertamente las pegmatitas son al menos posteriores a los plutones, ya que algunas se encuentran dentro de ellos. De estos plutones no existen dataciones absolutas y, aunque la Formación Abejorral está en contacto con el plutón de El Buey, la naturaleza del contacto ha sido discutida. Botero (1963) y Botero y otros (1968) consideran que estos plutones son cúpulas del Batolito Antioqueño, el cual aflora a unos 20 kilómetros hacia el Norte (ver figura 1 de Restrepo y Toussaint, este número). Del Batolito antioqueño se han obtenido dataciones de 80 a 69 m.a. (Botero, 1963; Pérez, 1967) o sea del Santoniano al Campaniano, y por lo tanto éste es posterior a la Formación Abejorral. Jaramillo y Ramírez (1968) comparan las características texturales y mineralógicas de estos plutones con las del Batolito antioqueño y las del plutón de Amagá; concluyen que se asemejan más a este último, datado en 215 m.a. (Pérez, 1967), asignándoles por ello una edad tentativa Triásica. La probabilidad de que las pegmatitas asociadas a los plu-

tones fueran una fuente de detritos para la Formación Abejorral apoya la edad pre-albiana de estos cuerpos.

RELACION DE LA FORMACION ABEJORRAL CON OTROS SEDIMENTOS CRETACEOS DEL OCCIDENTE COLOMBIANO

Aunque actualmente en la Cordillera Central los sedimentos cretáceos cubren una extensión relativamente pequeña, hay abundantes restos de ellos, distribuidos especialmente en los flancos de la Cordillera (ver figura 1). En estas formaciones los fósiles no son muy comunes, pero en varias se han encontrado amonitas, gastrópodos y pelecípodos que indican sedimentación durante el Aptiano y el Albiano y en algunos casos el Barremiano. Un resumen de las edades de estas formaciones se indica en el Cuadro 1.

Como se observa en la figura 1, la transgresión aptiana-albiana cubrió gran parte de la actual Cordillera Central en la zona de Antioquia y Caldas. La mayoría de estos sedimentos son lutitas arcillosas o silíceas y en menor proporción conglomerados, areniscas y calizas negras, es decir sedimentos depositados en los mismos ambientes que los de la formación Abejorral. Así, parece probable que los sedimentos de Loma Hermosa (loc. 5, fig. 1), de San Pablo y la Soledad (loc. 6, fig. 1), de Amalfi (loc. 7, fig. 1), de Segovia (loc. 8, fig. 1), de San Luis (loc. 9, fig. 1), de Berlín (loc. 10, fig. 1), y probablemente los de Aguadas-Salaminas (loc. 3, fig. 1) y de la Formación Quebradagrande (loc. 4, fig. 1) se depositaron en una extensa plataforma continental bajo condiciones neríticas, localmente euxínicas, durante la transgresión que se produjo al final del Cretáceo inferior sobre la Cordillera Central.

Los sedimentos fosilíferos de Arma (loc. 2, fig. 1) no se correlacionan con los demás sedimentos del Cretáceo Inferior de la Cordillera Central por estar intercalados en el Conjunto Ofiolítico del Cauca y por lo tanto ser alóctonos, como se discute en Restrepo y Toussaint (1974, este número).

En la plataforma continental debió haber islas con vegetación, ya que restos de plantas son comunes en algunas partes. Así, Nelson (1957) encontró cicadáceas en sedimentos del Cretáceo inferior, cerca a Salamina y Feininger y otros (1973) indican que los fósiles más abundantes en los sedimentos cretáceos del Oriente Antioqueño son restos de plantas. Además, las condiciones euxínicas se pueden explicar también si hubo relieve en la plataforma y se formaron así cuencas parcialmente cerradas y con circulación restringida.

Durante la transgresión aptiana-albiana la plataforma continental pudo ser continua con partes de las actuales Cordilleras Oriental y Occidental. Así, varios autores, entre ellos Irving (1971), indican sedimentación "miogeosinclinal" en la Cordillera Oriental y "eugeosinclinal" en la Cordillera Occidental durante el Cretáceo. Ambos mares estuvieron separados por la Cordillera Central excepto durante la transgresión aptiana-albiana que estableció comunicación entre los dos.

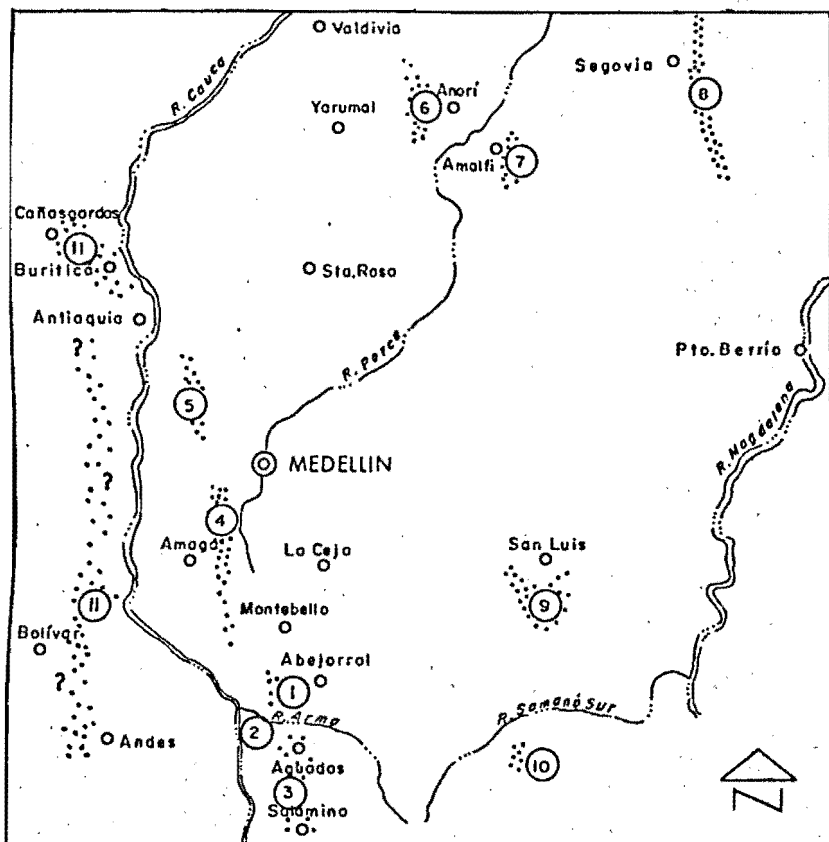
En la Cordillera Oriental hubo sedimentación marina durante todo el Cretáceo y durante el Albiano ocurrió una extensa transgresión (Burgl, 1961), y en la Cordillera Occidental se depositaron los sedimentos del Grupo Cañasgordas.

En Antioquia, la Cordillera Occidental está formada principalmente por el Grupo Cañasgordas y el Complejo Ofiolítico del Cauca. La edad del Grupo Cañasgordas es, al menos en parte, cretácea inferior (ver Restrepo y Toussaint, este número). En general los sedimentos de este grupo son lutitas silíceas negras, lodolitas, liditas y grauvacas. De acuerdo a las observaciones preliminares de los autores, la parte oriental del grupo se compone principalmente de lutitas silíceas semejantes a las de la Formación Quebradagrande, mientras que la parte Occidental se compone de liditas, lodolitas y grauvacas, estas últimas con características de turbiditas.

Tentativamente se puede considerar que la parte oriental

Cuadro 1

Localización en la figura 1	Edad	Referencia
① Abejorral	Aptiano Albiano medio	Bürgl y Radelli (1962) Botero (Cam. Oral, 1974)
③ Aguadas Salamina	Cretáceo Inferior	Nelson (1957)
④ Quebradagrande	Cretáceo Superior Cretáceo Inferior	Botero (1963) Radelli (1967)
⑤ Loma Hermosa	Barremiano o Aptiano Albiano medio	Grosse (1926) Bürgl (1961)
⑥ San Pablo La Soledad	Cretáceo Inferior Albiano Inferior	Hall y otros (1972) Hall y otros (1972)
⑦ Amalfi	Hauteriviano o Albiano Inferior	Feininger y otros (1973)
⑧ Segovia	Cretáceo Inferior	Feininger y otros (1973)
⑨ San Luis	Cretáceo Inferior (?)	Feininger y otros (1973)
⑩ Berlín	Aptiano	Bürgl y Radelli (1962)
⑪ Coñasgordas	Borremiano o Albiano Turoniano (?) Aptiano o Albiano (?)	Feininger y otros (1973) Olsson (1956) Restrepo y Toussaint (1974)



0 10 20 30 40 50 Km.

- ① Formación Abejorral
- ② Sedimentos de Arma (Alóctonos)
- ③ Sedimentos de Aguadas - Salamina
- ④ Formación Quebradagrande
- ⑤ Sedimentos de Loma Hermosa
- ⑥ Formaciones San Pablo y La Soledad
- ⑦ Sedimentos de Amalfi
- ⑧ Sedimentos de Segovia
- ⑨ Sedimentos al sur de San Luis
- ⑩ Sedimentos de Berlín
- ⑪ Grupo Cañasgordas

Fig. 1 — Mapa de los principales afloramientos de sedimentos cretáceos en Antioquia y parte de Caldas

del grupo se depositó en la margen de la extensa plataforma continental, mientras que la parte occidental se depositó en el talud continental y en llanuras abisales. Según Irving (1971), los sedimentos tipo "flysch" provinieron de rocas metamórficas de la Cordillera Central.

Tal vez la correlación posible más interesante, pero a la vez la más hipotética, es con los sedimentos del Grupo Dagua, descrito por Nelson (1957) en la parte sur de la Cordillera Central de Colombia. Este grupo está cubierto por el Grupo Diabásico (Nelson, 1957), y el contacto probablemente es tectónico; ocupa así una posición análoga a la de los demás sedimentos cretáceos, tal como se discute en Restrepo y Toussaint (1973, este número). La parte superior del grupo, miembro silíceo de Nelson (1957) o Formación Espinal de Hubach y Alvarado (1934), parece ser litológicamente muy parecido a la Formación Quebradagrande y a la parte oriental del Grupo Cañasgordas. Los miembros intermedios que distingue Nelson no parecen tener equivalente en Antioquia, excepto tal vez en sedimentos calcáreos y dolomíticos de Loma Hermosa (Grosse, 1926). El miembro grafitico inferior tampoco parece tener equivalente en las formaciones de reconocida edad cretácea de Antioquia, aunque podría ser equivalente a rocas sedimentarias con metamorfismo dinámico de bajo grado que afloran en el flanco occidental de la Cordillera Central y a las cuales Grosse consideró como rocas metamórficas del Precámbrico Superior. Las relaciones de estas rocas metamórficas de bajo grado con los sedimentos cretáceos o con las rocas metamórficas del grupo Ayura-Montebello no se conocen aún y por eso su edad es muy incierta. De todos modos es posible que en el Grupo Dagua se hayan agrupado rocas de distintas edades y es necesario un estudio más detallado para poder establecer correlaciones precisas.

DEFORMACION DE LA FORMACION ABEJORRAL

La Formación Abejorral fue intensamente plegada y fallada durante diversas fases tectónicas. El fuerte ple-

gamiento que se encuentra en la formación es bastante complejo y desordenado. Predominan los pliegues isópacos de orden métrico, desde concéntricos abiertos hasta "chevrone" cerrados. Micropliegues de tipo "knick" y "chevron" (en ∇ , respectivamente con y sin fractura de plano axial) de orden decimétrico, aparecen con frecuencia. En general, los planos axiales de los pliegues son subverticales. Estadísticamente, las bisagras no parecen presentar direcciones privilegiadas y en una distancia de pocos metros se pueden encontrar fuertes variaciones. Algunos pliegues tienen un fuerte buzamiento periclinal, aunque no es el caso común.

En las lutitas pizarrosas se observa claramente una esquistosidad de fractura, S_1 , la cual es aproximadamente paralela a los planos axiales de los pliegues. En las capas más competentes esta esquistosidad se refracta y se vuelve menos clara. La estratificación, S_0 , se observa de manera nítida en los sedimentos. En los pliegues isópacos de orden métrico el ángulo entre S_0 y S_1 es fuerte, y los planos de esquistosidad convergen hacia el corazón del pliegue. Este ángulo es más pequeño en los "chevrone", siendo S_1 subparalelo a los planos axiales. Criterios microtectónicos de polaridad, basados en la comparación entre el buzamiento de S_1 y el de S_0 , permitieron determinar algunos flancos inversos.

Al microscopio se observa que tanto la estratificación como la foliación están claramente marcados por orientación de minerales micáceos (Illita o Sericita).

El conglomerado basal de la formación presenta evidencia de haber sufrido una intensa deformación, ya que todos los cantos están aplastados; además, al microscopio éstos presentan una fuerte extinción ondulatoria. También los fósiles que se encuentran en los planos de estratificación se hallan intensamente aplastados y alargados. Parece que el desarrollo de pliegues con esquistosidad de fractura, el aplastamiento de los cantos del conglomerado basal y el estiramiento de los fósiles se deben a la misma fase tectónica inicial, la cual fue la

más importante.

A pesar de que la deformación de la Formación Abejorral es conocida desde hace algún tiempo, no se le ha dado una explicación satisfactoria. Consideramos que el emplazamiento por obducción del conjunto ofiolítico, ocurrido entre el Albiano y el Campaniano (Restrepo y Toussaint, 1973 y este número), ofrece nuevas perspectivas para el estudio de la evolución de la Cordillera Central.

En Abejorral hay una serie de evidencias de que el conjunto ofiolítico que se obdujo sobre la Cordillera Central cabalgó sobre la Formación Abejorral. Según Jaramillo y Ramírez (1967), las rocas verdes reposan sobre esta formación y una faja de serpentinitas se presenta entre sus dos afloramientos principales.

Se encuentran también amplias fajas de gabros y rocas verdes a un kilómetro al occidente de Pantanillo, donde aflora la faja occidental de los sedimentos (Jaramillo y Ramírez, 1967).

Con base en lo anterior, consideramos que la primera y más fuerte deformación de la Formación Abejorral tuvo lugar durante el cabalgamiento del conjunto ofiolítico. El arrastre produjo plegamientos cerrados con esquistosidad de fractura y aplastamiento de los cantos del conglomerado basal y de los fósiles. Esta deformación es en realidad un metamorfismo dinámico-térmico a escala regional, como lo indica la foliación definida por minerales micáceos.

La falta de orientación de los pliegues que se formaron durante la obducción se puede explicar si en la región había promontorios, ya sea altos fondos submarinos o islas, lo cual, como se indicó antes, parece muy probable. Así, la dirección de los pliegues se desordenó considerablemente ante la presencia de estos relieves que presentaban características de zócalo rígido.

Posteriormente, diversas fases tectónicas afectaron variablemente las estructuras preexistentes. Localmente se observa que la esquistosidad está plegada y forma un anticlinal abierto de orden métrico. Fallas normales, inversas y de rumbo, así como numerosas diaclasas, afectan la formación. Sólo un estudio estadístico detallado podría determinar la importancia relativa de las distintas fases tectónicas posteriores a la fase principal.

Es posible que una removilización del manto obducido, o el emplazamiento del Batolito antioqueño hayan replegado los sedimentos. Más aún, los dos fenómenos pueden estar relacionados si la intrusión del Batolito produjo levantamiento de la cubierta, con un consiguiente desplazamiento del manto hacia los flancos. Es probable que los plegamientos que afectan la esquistosidad se formaran durante esta fase tectónica.

Fases tectónicas se produjeron también durante el Terciario, pero están marcadas más por fallamientos que por plegamientos fuertes, aunque en las vecindades de las fallas pueden haberse formado algunos pliegues.

Actualmente tanto los sedimentos cretáceos como las rocas del conjunto ofiolítico afloran en delgadas fajas alargadas de dirección aproximada norte-sur, la cual coincide con la dirección de las principales fallas terciarias. Las fases tectónicas del Paleoceno al Pleistoceno, que produjeron tanto fallas de rumbo como fallas normales e inversas, enmascaran considerablemente las estructuras cretáceas, las cuales, sin embargo, habían modificado de manera profunda la paleogeografía del occidente colombiano.

Excluyendo las delgadas fajas actuales, situadas en grabenes terciarios, el manto se erosionó totalmente. Teniendo en cuenta que el espesor del manto era de 5 a 10 kilómetros (Restrepo y Toussaint, este número) se concluye que la erosión post-obducción fue de por lo menos 5.000 metros. El manto de recubrimiento actuó co-

mo una cubierta protectora para las rocas autóctonas; esto explica la conservación de esquistos epizonales del Grupo Ayurá-Montebello, los cuales ya afloraban al comenzar la sedimentación aptiana. Realmente, sin esta explicación resulta difícil explicar cómo estos esquistos no habían sido erodados si estaban expuestos desde el Paleozoico, edad probable del metamorfismo, pues, con la excepción del aptiano-albiano, parecen haber predominado fuertes condiciones erosivas en la Cordillera Central.

EXTENSION DE LA DEFORMACION DE LA CORDILLERA CENTRAL

En otros terrenos sedimentarios cretáceos de la Cordillera Central ha habido también un intenso plegamiento que ha sido descrito por varios autores. Así, en la región de Berlín (loc. 10, fig. 1) Radelli (1967, figura 90) indica la presencia de pizarras aptianas afectadas por fuertes plegamientos volcados hacia el noreste. Debido al estado de deformación de estas pizarras, Radelli las consideró como la parte superior de la secuencia metamórfica de la Cordillera Central.

Feininger y otros (1973) describen en el oriente antioqueño, especialmente cerca de San Luis (loc. 9, fig. 1), sedimentos del Cretáceo inferior; éstos fueron afectados por una fase tectónica que produjo pliegues isoclinales, los cuales, según se indica en la plancha que acompaña dicha publicación, tienen una dirección predominante nortesur con buzamientos fuertes al este y al oeste, aunque se presentan pliegues que se apartan de esta dirección.

Feininger y otros (1973) consideran que la intensa deformación ocurrió entre el cierre de la sedimentación albiana y el Cenomaniano. La edad mínima de esta deformación la asignan considerando que los plutones cretáceos tardíos son post-tectónicos y que el más antiguo de ellos que se ha encontrado es el "stock" de Pescadero (96 m.a.), localizado en la región de Puquí, cerca de Valdivia. Sin embargo, consideramos que no necesariamente la edad del "stock" de Pescadero indica el límite superior

de la deformación, ya que en Puquí no afloran los sedimentos cretáceos. Las edades más antiguas que se han obtenido de los plutones cercanos a los sedimentos es de 80 m.a. (Pérez, 1967) y por lo tanto, el límite superior puede extenderse hasta el Coniaciano.

La fase tectónica observada por Feininger y otros (1973) en estos sedimentos coincide cronológicamente con la fase de obducción; además, hay evidencia de que el manto de obducción llegó hasta el oriente antioqueño (Restrepo y Toussaint, este número). Consideramos, entonces, que la coincidencia en espacio y en tiempo entre la obducción y la deformación no es casual y que obedece a una correlación de causa a efecto. Así, creemos que tanto la deformación de los sedimentos del oriente antioqueño, como la de los de la Formación Abejorral, se debe al cabalgamiento del ofiolítico.

CONCLUSIONES

1. La Formación Abejorral se depositó durante dos transgresiones que tuvieron lugar probablemente durante el Aptiano y el Albiano. Ambas series son muy parecidas; en ellas se presentan inicialmente ambientes litorales que rápidamente se convirtieron en ambientes de plataforma. Estos últimos persistieron durante la mayor parte de la sedimentación, siendo interrumpidos solamente durante una regresión (límite Albiano-Aptiano) que se manifiesta por medio de la discordancia erosiva que separa a las dos series. La sedimentación parece haber cesado durante el Albiano medio.
2. Existe una probable correlación, en cuanto a tiempo y ambiente de depositación, entre la Formación Abejorral, la Formación Quebradagrande, los sedimentos de Loma Hermosa, de Berlín y de San Luis, las formaciones San Pablo y la Soledad, la parte oriental del Grupo Cañasgordas y la parte superior del Grupo Dagua. Todos estos sedimentos parecen haber sido depositados entre el Barremiano

- y el Albiano en una extensa plataforma continental.
3. La principal deformación sufrida por la Formación Abejorral se debe al cabalgamiento del manto ofiolítico durante la fase de obducción que tuvo lugar entre el Albiano y el Campaniano. El cabalgamiento deformó también los sedimentos cretáceos del oriente antioqueño.
 4. Los sedimentos de la Formación Abejorral, así como los sedimentos correlacionados con ellos, se consideran autóctonos o para-autóctonos por oposición a las rocas alóctonas del Complejo Ofiolítico del Cauca.
 5. Antes y después de la obducción, se produjeron importantes fases erosivas en la Cordillera Central que alcanzaron al menos 5.000 metros.

BIBLIOGRAFIA

- Botero A., Gerardo, 1963, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia: Anales Fac. de Minas, Medellín, n.57, 101 p.
- Botero A., Gerardo; Rico H., Héctor; Gómez R., Eduardo; Ospina L., Henry y González I., Humberto, 1968, Levantamiento Geológico del Sur de Antioquia: Informe (inérito) Fac. de Minas, Medellín, 90 p.
- Botero A., Gerardo; Toussaint J.F.; Ospina L., Henry; Ortiz B., Franklin y Gómez G. Jaime, 1971, Yacimiento Fosilífero de Arma: Pub. Esp. Geol., Fac. de Minas, Medellín, n.1, 13 p.
- Burgl, Hans, 1961, Historia Geológica de Colombia: Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís. Nat., v.11, p.137-191.
- _____, 1964, El "Jura-Triásico" de Colombia: Bol. Geol., Bogotá, v.12, p. 5-32.
- Burgl, Hans y Radelli, Luigi, 1962, Nuevas Localidades

Fosilíferas en la Cordillera Central de Colombia: Geol. Col., Univ. Nat. Colomb., Bogotá, n.3, p. 1331 - 38.

Feininger, Tomás; Barrero L., Darío y Castro Q., Néstor, 1973, Geology and Mineral Deposits of an Area in the Department of Antioquia and Caldas (subzone II B), Colombia: U.S. Geol. Survey Open File Report, 223 p.

Grosse, Emil, 1926, El Terciario Carbonífero de Antioquia: D. Reimer, Berlín, 361 p.

Hubach, Enrique y Alvarado, Benjamín, 1934, Geología de los Departamentos del Valle y Cauca, en especial del carbón: Inf. 224 (inédito), Inst. Geol. Nat., Bogotá, p. 83-93.

Irving, E.M., 1971, La Evolución Estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia: Bol. Geol., Bogotá, v. 19, n. 2, 90 p.

Jaramillo E., Iván y Ramírez A., Octavio, 1968, El Cretáceo de Abejorral, Antioquia: Tesis de Grado (inédita), Fac. de Minas, Medellín, 63 p.

Martínez S., Sergio y Vélez R., Mauricio, 1973, Pegmatitas de Montebello y la Ceja: Tesis de Grado (inédita), Fac. de Minas, Medellín, 56 p.

Nelson, H.W., 1957, Contribution to the Geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the Sector between Ibagué and Cali: Leidse Geologische Mededelingen, Leiden, Holanda, v.22, 76 p.

Pérez A., Gonzalo, 1967, Determinación de la Edad Absoluta de Algunas Rocas de Antioquia por Métodos Radioactivos: Dyna, Fac. de Minas, Medellín, n.84, p. 27-31.

Radelli, Luigi, 1967, Geologie des Andes Colombiennes: Trav. Lab. Geol. Fac. Sci., Grenoble, mem.6, 657 p.

Restrepo A., J.J. y Toussaint, J.F., 1973, Obducción Cretácea en el Occidente Colombiano: Pub. Esp. Geol., Informe Preliminar, Fac. de Minas, Medellín, n.3, 26 p.

Scheibe, Roberto, 1919, Geología del Sur de Antioquia: Comp. Est. Geol. Of. Colomb., Bogotá, 1933, Tomo I, p. 97-167.

Turner, F.J., 1968, Metamorphic Petrology: New York, McGraw Hill, 403 p.