

EL SISTEMA CRETACEO EN LA REGION DE VILLA DE LEIVA Y ZONAS PROXIMAS ¹

FERNANDO ETAYO SERNA ²

RESUMEN

Las investigaciones de dos nuevas secciones estratigráficas a lo largo de las carreteras Sáchica-Puente Samacá y Cucaita-Tunja (Loma Piedra Gorda) permitieron localizar exactamente ricos conjuntos de fósiles, cuya distribución bioestratigráfica abarca desde el Hauteriviano hasta el Santoniano. La secuencia bioestratigráfica así definida presenta espesor aproximado de 3.000 m. Esta sucesión translapa sobre la Formación de Arcabuco, cuya posición biocronológica no está bien definida aunque se supone sea aproximadamente suprajurásica-infracretácea.

Mediante cartografía sistemática se logró prolongar hacia el sur algunas unidades características de la estratigrafía del Valle Medio del Magdalena (Dpto. Santander): Formación Rosablanca, Formación Paja, Grupo de San Gil.

Se propone 5 nuevas unidades litoestratigráficas: 1) Formación Ritoque, compuesta esencialmente por limolitas; bioestratigráficamente representa el Hauteriviano en parte; 2) Grupo Churuvita, compuesto por (3) la Formación Churuvita, que es una sucesión en la cual alternan areniscas, con lutitas y con calizas, y que representa bioestratigráficamente el Cenomaniano; 4) La Formación San Rafael o

¹ Trabajo publicado con autorización del Director del Servicio Geológico Nacional, Bogotá. Manuscrito recibido en diciembre de 1967.

² Servicio Geológico Nacional, Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

formación superior de este grupo, integrada por shales y limolitas silíceas delgadamente estratificadas, que representa bioestratigráficamente el Turoniano en parte. La quinta (5) unidad propuesta es el Miembro Cucaita (de la F. Conejo, *Renzoni*, in litt.), compuesta por lutitas y calizas con grandes concreciones calcáreas elipsoidales de hasta 1 m. de diámetro máximo, con amonitas coniacianas.

Toda la sedimentación ocurrió sobre una plataforma topográficamente irregular y con desarrollo esporádico de barras, especialmente al comienzo. Dicha plataforma sufrió oscilaciones intermitentes, con lapsos de menor comunicación con el mar libre.

La fase orogénica postcretácea actuó de tal modo que las estructuras de la región parecen fundamentalmente efecto de la acomodación de las capas cretáceas a la tectónica reactivada del fundamento precretáceo. Sin embargo, según su litofacies, las formaciones reaccionaron de manera diversa ante el esfuerzo tectónico y ante la acción de la atracción de la gravedad en el modelado final de las estructuras.

ABSTRACT

The investigation of two new stratigraphic sections along the roads from Sáchica to Puente Samacá and Cucaita to Tunja (Loma Piedra Gorda), permit exact location of rich fossiliferous assemblages whose biostratigraphic distribution ranges from Hauterivian to Santonian. The Cretaceous sequence, thus biostratigraphically defined, has an approximate thickness of 3,000 meters. This sequence overlaps the Arcabuco Formation whose biochronological position remains badly defined, but is approximately Late Jurassic to Early Cretaceous.

Some characteristic lithostratigraphic units of the Middle Magdalena Valley, were extended southward through systematic mapping. These formations are: the Rosablanca Formation, the Paja Formation and the San Gil Group.

Five new lithostratigraphic units are proposed: 1) the Ritoque Formation; 2) the Churuvita Group, which consists of the (3) Churuvita Formation, and 4) the overlying San Rafael Formation, and 5) the Cucaita Member of the Conejo Formation (*Renzoni*, in litt.). The Ritoque Formation essentially consists of siltstones, partly of Hauterivian age. The Churuvita Formation is a succession in which sandstones alternate with lutites and limestones that contain fossils of probable Cenomanian age. The San Rafael Formation consists of shales and siliceous siltstones finely bedded and biostratigraphically is Turonian in part. The Cucaita Member consists of limestones and shales; it is desirable to point out the presence of big elliptical calcareous concretions up to 1 m. diameter that carry Coniacian ammonites.

All sedimentation occurred on a platform, which had irregular moderate relief with occasional bars, especially at the beginning of sedimentation. This platform

was subsiding irregularly and was affected by repeated oscillatory movements, with restricted connections with the open sea at times.

The orogenic post-Cretaceous phase reactivated structures in the pre-Cretaceous rocks and caused the Cretaceous rocks to be folded in response to movement on the reactivated faults in the older rocks. The Cretaceous formations reacted differently during the post-Cretaceous orogeny according to their lithology (facies) and mechanical properties.

ZUSAMMENFASSUNG

Stratigraphische Untersuchungen entlang die Strasse Sáchica-Puente Samacá und Cucaita-Tunja zeigen, dass reiche, gut lokalisierte Fossilien-Lagerstätten vorkommen, die vom Hauterive bis Santon reichen. Die kretazische Serie, biostratigraphisch definiert, ist ungefähr 3.000 m. mächtig; ihr Basis überdeckt die Arcabuco-Formation, biochronologisch indefinierbar (Oberjura-Unterkreide?). Die systematisch durchgeführte Kartierung lässt feststellen, dass einige, für die Stratigraphie der Valle Medio del Magdalena (Depto. Santander) charakteristische stratigraphische Einheiten sich weiter nach Süden strecken: Rosablanca-Formation, La Paja-Formation, San Gil-Gruppe.

Vier neue litostratigraphischen Einheiten wurden erkannt und entsprechende Namen vorgeschlagen: Ritoque-Formation, bestehend hauptsächlich aus Lutiten, die teilweise in Hauterive zu stellen sind. Churuvita-Gruppe: enthält die Churuvita-Formation (unten), eine Wechsellagerung von Sandsteinen, Lutiten und Kalksteinen von wahrscheinliche Cenoman Alter. Die San Rafael-Formation (oben), bestehend aus shales und fein geschichtete quarzitische Lutiten von teilweise Turon Alter.

Die vierte neue vorgeschlagene stratigraphische Einheit wird Cucaita-Glied Conejo-Formation) genannt; typisch für diese Schichten sind kalkige, ovale Konkretionen bis 1 m. Durchmesser, mit Coniacian Ammoniten. Die ganze Gesteinsserie wurde in einen Plattform abgelagert, wo besonders zu Beginn der Sedimentation, Barren oder Kleine Schwellen entwickeln konnten. Die Ablagerungsgebiet sank kontinuierlich, allerdings mit zeitweise unterbrochene Verbindungen zur offener Meer. Die submarine strömungen waren, wehrscheinlich ost-west gerichtet.

Die Sedimentation wurde anfangs beeinflusst von negative, später von positive epirogenetische Bewegungen, ohne Anzeichen von Orogenese. Die postkretazische Orogenese zeigt ein tektonische Stil, der eindeutig die Tektonik der präkretazische Unterbau widerspiegelt. Die verschiedene kretazische Facies reagierten, den tektonische Kräfte gegenüber, unterschiedlich; dem zu Folge, sind die verschiedene Strukturen zu erklären.

CONTENIDO

INTRODUCCION

ESTRATIGRAFIA { Estratigrafía sensu stricto.
Comentarios histórico-nominales.

FORMACION ARENISCAS DE ARCABUCO

ARENISCAS GRISES Y SHALES NEGROS PIRITOSOS

FORMACION ROSA BLANCA (CALIZAS INFERIORES)

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial.

FORMACION RITOQUE (Limolitas grises inferiores), nov. form.

Análisis facial.

Análisis tafonómico.

Análisis bioestratigráfico.

FORMACION PAJA { C) Arcillolitas con nódulos huecos.
B) Arcillolitas abigarradas.
A) Lutitas negras inferiores.

A) Lutitas negras inferiores.

Análisis facial.

Análisis bioestratigráfico.

B) Arcillolitas abigarradas.

Consideraciones bioestratigráficas generales.

Análisis tafonómico general.

C) Arcillolitas con nódulos huecos.

Análisis tafonómico.

Análisis facial.

Consideraciones bioestratigráficas.

GRUPO DE SAN GIL { B) Formación San Gil Superior.
A) Formación San Gil Inferior.

A) FORMACION SAN GIL INFERIOR, nov. comb.

Análisis tafonómico.

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial general.

B) FORMACION SAN GIL SUPERIOR

Análisis tafonómico.

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial general.

GRUPO CHURUVITA, nov. gr. { B) FORMACION SAN RAFAEL
A) FORMACION CHURUVITA

A) FORMACION CHURUVITA, nov. form.

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial.

B) FORMACION SAN RAFAEL, nov. form. { B) Limolitas silíceas.
A) Conjunto de shales grises con bancos calcáreos hacia la base.

A) Conjunto de shales grises con bancos calcáreos hacia la base.

Análisis tafonómico.

Consideraciones bioestratigráficas.

B) Limolitas silíceas.

FORMACION CONEJO (RENZONI, in litt.) { C) Areniscas cuarzosas y calizas superiores.
B) MIEMBRO CUCAITA.
A) Shales negros con intercalaciones de bancos de limolitas o de areniscas de grano fino.

A) Shales negros con intercalaciones de bancos de limolitas o de areniscas de grano fino.

B) MIEMBRO CUCAITA, nov. m.

Observaciones tafonómicas.

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial general.

C) Areniscas cuarzosas y calizas superiores.

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial.

FORMACION PLAENERS

Nivel superior de limolitas silíceas y porcelanitas.

Consideraciones bioestratigráficas.

Análisis facial.

FORMACIONES INDENOMINADAS

Análisis facial.

**ANALISIS BIOESTRATIGRAFICO GENERAL DE LA SECUENCIA
ESTUDIADA**

**ANALISIS FACIAL GENERAL
COMENTARIOS HISTORICO-NOMINALES**

CAMBIOS DE FACIES Y NOMENCLATURA LITOESTRATIGRAFICA

TECTONICA

- A) Generalidades.
- B) Análisis individual de las estructuras.
- C) Fallas.
- D) Conclusiones.

LITERATURA

INTRODUCCION

Este trabajo fue ejecutado en la región de Villa de Leiva y zonas próximas (fig. 1 y mapa), dadas sus posibilidades en cuanto a contenido fosilífero y por cuanto no existen complicaciones tectónicas mayores, salvo en la parte oriental de la zona, donde el análisis de campo permite resolver los problemas con relativa facilidad. A pesar de los varios estudios que sobre esta área se había realizado, en especial las interesantes observaciones estratigráficas de Bürgl (1954 a), no se había logrado inventariar más o menos totalmente la fauna fósil ni definir las relaciones faciales generales entre las regiones al oriente y al occidente del Anticlinal de Arcabuco.

Métodos de trabajo. Esencial se consideró el estudio de la nueva sección a lo largo de la carretera Sáchica-Puente Samacá, según la poligonal levantada por el señor Hernando Ortiz. Se localizó en ella los puntos de mayor interés litológico y bioestratigráfico. El estudio de las unidades litológicas fue eminentemente macroscópico salvo en algunos elementos, cuya observación se realizó además al microscopio. Se empleó terminología descriptiva, según el tamaño del grano de los materiales detríticos, así: arenisca (sandstone), limolita (siltstone), arcillolita (claystone); se utilizó la voz lutita como denominación genérica para abarcar los conceptos de limolita y arcillolita, añadiéndose además el término shale cuando las capas presentaron laminación fina. Se utilizó la voz facies en el sentido en que fue establecida originalmente, según la revisión histórica del término hecha por TEICHERT (1958).

La medición de los conjuntos litológicos se hizo con cinta aprovechando la claridad de los afloramientos, y sobre estos datos se dibujó las columnas. El avalúo total del espesor de los sedimentos desde el techo de la formación Ritoque hasta el techo aproximadamente de la formación Churuvita se calculó por el método MERTIE. A partir de la unidad suprayacente a la formación Churuvita el espesor de las demás unidades se estableció por medida directa en afloramientos por quebradas o bien por evaluación aproximada. La colección de fósiles se efectuó atendiendo con el máximo cuidado a las relaciones de posición entre ellos, así como respecto a las capas o concreciones que los contenían (orientación, abundancia). En cuanto a la representación gráfica de las secciones se hizo resaltar, exagerando su espesor a veces, algunos elementos litológicamente significativos; además se consideró de importancia la representación gráfica de los elementos constitutivos de la fauna fósil, según el sistema empleado por R. Hecker (1963), dado su valor en los estudios paleoecológicos. Es de advertir que en las columnas se indicó con punteado aquellas porciones de la sucesión que no se

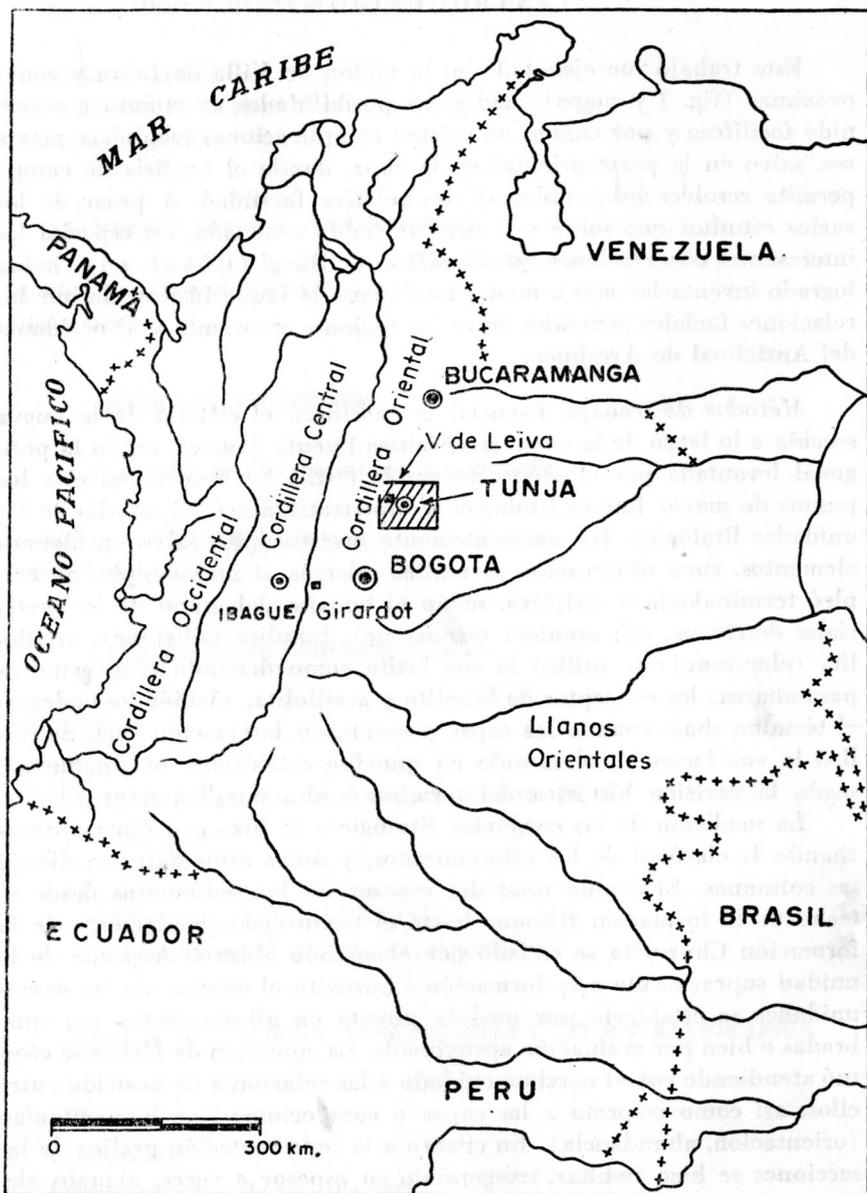


Figura 1 - Localización del área

pudo medir directamente, pero no siempre se representó a la escala de la columna el espesor que los mismos pudiesen abarcar. Aunque la columna estratigráfica fue levantada con todo detalle, no se indicó en los gráficos la descripción de cada una de las capas, sino que se trató de condensar, por segmentos, sus características, tanto en el texto como en los gráficos. Se realizó análisis faciales preliminares, con el fin de visualizar el desarrollo histórico del mar en que se acumularon los sedimentos del área en cuestión. La tectónica de la región se estudió en la medida de las condiciones exigidas para establecer las relaciones correctas, tanto de superposición como de verdadero espesor, de las unidades consideradas. Como postuló el autor en trabajo anterior (Etayo Serna, 1964, págs. 77-78), la finalidad de este trabajo sería tratar de establecer un elemento de referencia estratigráfica.

Agradecimientos. El autor expresa sus agradecimientos a D. Jesús A. Bueno y a D. Andrés Jimeno, quienes dieron todo su apoyo para la realización de estos trabajos. Al colega D. Darío Barrero, agradece vivamente el autor sus discusiones en el campo, lo mismo que a D. Giancarlo Renzoni, a quien además, y en compañía de D. Fabio Cediell, agradece la lectura y comentarios al manuscrito. A los señores dibujantes M. Castro, A. Ujueta, M. Salamanca y Da. I. Carrasco, quiere agradecer sinceramente el autor el interés que pusieron en la calidad de los dibujos. Acreedores de agradecimientos son también los numerosos compañeros de las jornadas de campo.

ESTRATIGRAFIA

- A) *Estratigrafía sensu stricto.*
- B) *Comentarios histórico-nominales.*

ESTRATIGRAFÍA SENSU STRICTO

Formación areniscas de Arcabuco

Estas areniscas forman el núcleo del Anticlinal de Arcabuco que destaca claramente como respaldo de la población de Leiva.

Conjunto potente (espesor no medido), de areniscas cuarcíticas de grano variable en tamaño, fuertemente cementadas; presentan estratificación entrecruzada de gran magnitud; son blancas o amarillentas. Debajo de las areniscas y hacia la parte central del núcleo del anticlinal por el corte del río Cane, afloran arcillas rojas muy compactas.

Areniscas grises y shales negros piritosos

Se observa muy bien por la carretera que de Moniquirá conduce a Arcabuco, antes de atravesar el Anticlinal de Careperro. Este nivel fue reconocido por Hubach (1955, sección), quien lo data junto con las calizas suprayacentes como hauteriviano-valanginiano y lo denomina Formación de Cáqueza. Julivert (1958 b, p. 37, nivel 2, fig. 2: hachurado fino) le da expresión cartográfica independiente sin asignarle nombre alguno; sin embargo, según este autor, quedaría excluido de la Formación Arcabuco y de la Formación Rosablanca. En conjunto y de norte a sur constituye enorme lentejón, cuyo valor destacará en futuros estudios cartográficos de detalle.

Análisis facial. Su litología, su aspecto lenticular, así como el hecho de estar aparentemente apoyado sobre las areniscas de Arcabuco, muestran que este nivel representa sedimentos de plataforma; su biselamiento podría sugerir también acción erosiva posterior a su acumulación.

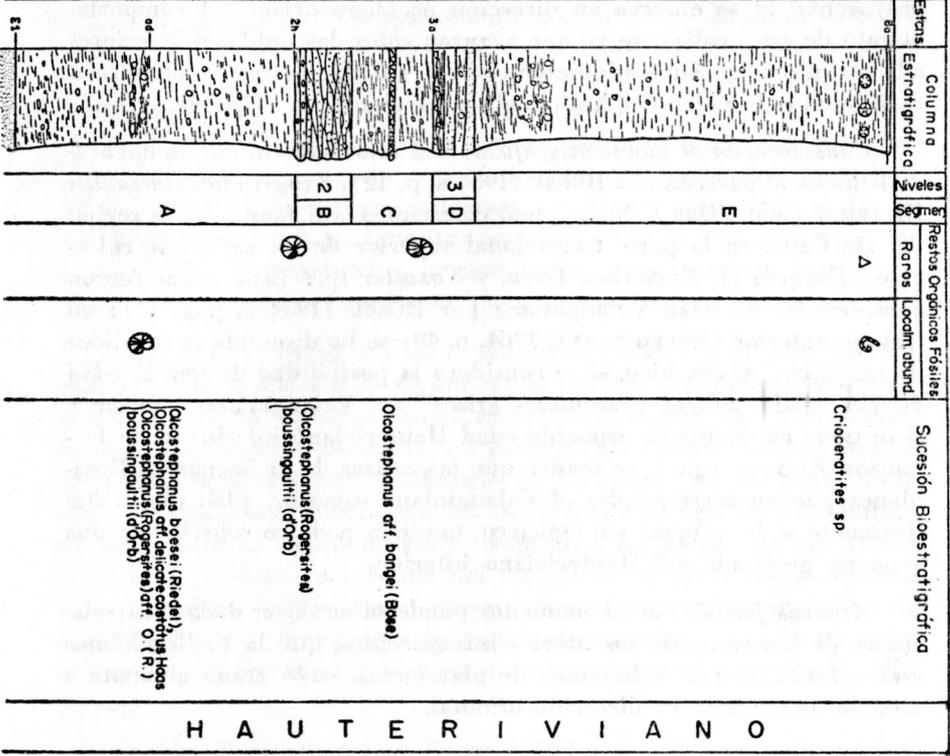
Análisis bioestratigráfico. Tanto Hubach (1955) como Julivert (1958, fig. 3) han asignado a estas capas edad Valanginiano, aunque se desconocen las bases para tal datación; Hubach señala, sin embargo, en su sección, que este nivel es fosilífero. Haas (1960, p. 4) menciona *Leptoceras ubalaense* Haas "possibly near Villa de Leyva", forma que considera del Valanginiano inferior; dicho fósil provendría quizá de este nivel.

Calizas inferiores (Formación Rosablanca)

Afloran como delgada cuña en el cañón de la quebrada Ritoque; se extienden ampliamente al noroccidente de la región. Dadas las relaciones particulares respecto a las unidades litoestratigráficas infrayacentes fue preciso estudiar esta unidad desde la región de Moniquirá.

Sobre las areniscas de Arcabuco descansan al noroccidente de Leiva, por la carretera de Arcabuco-Moniquirá, arcillolitas rojas y un conjunto de shales negros piritosos con algunos bancos de areniscas grises oxidadas a veces de rojo; encima de este conjunto de capas aparece un grueso paquete calcáreo (70 m., GROSSE, 1930). Desplazándose hacia el sureste de Moniquirá (Región de Tierra de Gómez-Gachantivá), se observa las calizas apoyadas casi directamente sobre las areniscas de Arcabuco, con espesores entre 70 y 100 m. Aparecen estratificadas en capas gruesas, que dan color amarillento al paisaje, pero son grises en muestra fresca. Sobre el flanco occidental del Anticlinal de Arcabuco no se observa tales calizas, salvo 20 m., aproximadamente, que afloran en el cañón que produce la quebrada Ritoque frente a la Loma de la Yesera;

Figura 2



H A U T E R I V I A N O

- Concreciones cruzadas por yeso
- Oicostephanus
- △ Cricoceratites
- Lamelibranchios con valva delgado
- ▨ Limolitas grises
- ▨ Arcillolitas o shales con nódulos
- ▨ Shales arenosos
- ▨ Shales intercalados con yeso y replegados
- Ev 20 m



allí estas calizas son detríticas y de aspecto conglomerático. Debido a los derrubios no se pudo precisar sus relaciones exactas de buzamiento respecto a las capas inferiores (+). En la región del río Cane se observa cierta transición entre estas calizas y el nivel suprayacente: se hacen arrosariadas y presentan intercalaciones limolíticas del tipo suprayacente. Si se observa en dirección occidente-oriente el comportamiento de estas calizas se ve que avanzan sobre las unidades inferiores a la vez que se acuñan y adquieren carácter conglomerático en el margen occidental del núcleo del Anticlinal de Arcabuco (ver fig. 18).

Consideraciones bioestratigráficas. Del afloramiento por la quebrada Ritoque al parecer, cita BÜRGL (1954 a, p. 12), *Exogyra boussingaultii* DIETRICH (non D'ORB.). No se pudo coleccionar allí fauna. De la región del río Cane, en la parte transicional superior de las calizas se coleccionó *Exogyra* cf. *E. couloni* DEFR. y *Toxaster* sp.? Estas capas fueron consideradas de edad Valanginiana por BÜRGL (1954 a, pág. 11); en trabajo anterior (ETAYO SERNA, 1964, p. 49) se ha discutido la invalidez de tal juicio. Ahora bien, si se considera la posibilidad de que la edad de los "shales negros y areniscas grises" sea Valanginiano inferior y si se tiene en cuenta la probable edad Hauteriviano inferior de la formación Ritoque (q.v.), se tendrá que las calizas de la formación Rosablanca pueden corresponder al Valanginiano superior, edad que tentativamente se les asigna; sin embargo, también podrían representar una zona no precisada del Hauteriviano inferior.

Análisis facial. Por el momento puede observarse, dadas sus relaciones de posición con los niveles infrayacentes, que la F. Rosablanca está constituida por sedimentos de plataforma, cuyo grano aumenta a medida que avanza en dirección oriental.

Limolitas grises inferiores (Formación Ritoque)

Aparecen como nivel que orla el núcleo del Anticlinal de Arcabuco por ambos flancos; destacan al occidente constituyendo el núcleo del Anticlinal de Careperro al sur del río Cane. Por meteorización dan color rojizo al paisaje. Descansan al occidente (río Cane) sobre las calizas de la Formación Rosablanca; se apoyan directamente sobre las areniscas de Arcabuco en la región de Villa de Leiva-Chíquiza (ver fig. 18). Consta este nivel en su parte inferior de alternancia de limolitas con calizas lumaquéticas lenticulares en bancos de 30 a 50 cm. de espesor, especialmente al E. del Anticlinal de Arcabuco; en el flanco occidental del Anticlinal la sucesión está constituida especialmente por limolitas grises micáceas con tonos rojizos por meteorización, en alternancia con areniscas de grano fino o arcillolitas. Hacia el occidente, en la región

del río Cane, parece ocurrir cierta transición con las calizas infrayacentes, asimismo aparece hacia su parte inferior más arcillolítico. Al oriente del núcleo del Anticlinal de Arcabuco midió 70 m. de espesor mientras que al occidente más o menos 110 m.

Análisis facial. Dos hechos fundamentales han sido reconocidos evidentes en estas rocas: el adelgazamiento que sufren en dirección oriente, que los determina como sedimentos acumulados en márgenes de altos topográficos, y la presencia al E. del núcleo del Anticlinal de Arcabuco de numerosas intercalaciones calcáreas que no sobrepasan los 50 cm., ricas en lamelibranquios de valva gruesa, con predominio de las valvas desarticuladas, contrastando con el margen occidental del Anticlinal en donde las intercalaciones calcáreas son menos numerosas y donde además se observa en las limolitas acumulaciones de equinodermos, lamelibranquios y cefalópodos, lo cual parece indicar mayor acción dinámica en el medio sedimentario hacia el oriente.

Análisis tafonómico. En las calizas lumaquélicas de la base de esta formación (noroccidente de Chíquiza) se observa predominio de valvas desarticuladas de lamelibranquios sobre valvas unidas, con distribución irregular a través de las capas, en general individuos grandes (más o menos 10 cm. de diámetro umbopaleal). En alguna intercalación limolítica se coleccionó cefalópodos. En las limolitas se observó predominio de disposición de valvas bocabajo respecto a los planos de estratificación. Sobre el flanco occidental del Anticlinal de Arcabuco se observó en las limolitas moldes internos frecuentes de equinodermos, valvas de lamelibranquios y fragmentos de moldes de amonitas; a veces los lamelibranquios aparecieron en concentraciones, a veces como formas dispersas.

Análisis bioestratigráfico. BÜRGL (1954 a, p. 12) menciona de estas capas *Poliptichites poliptichus* KEYSERLING, + *Toxaster roulini* ACASSIZ, etc.; especialmente en base a estas formas las capas fueron consideradas valanginianas. HAAS (1960, p. 14) anota que la primera forma mencionada por BÜRGL corresponde en realidad a *Subastieria* aff. *sulcosae* (PAVLOW & LAMPLUGH), y añade: "The specimen from Leiva is believed to be late Valanginian in age..." (p. 15). En publicación anterior (ETAYO SERNA, 1964) se discutió las relaciones bioestratigráficas de dichos fósiles. Se coleccionó *Subastieria* sp., 50 m. arriba de la base de la sucesión al noroccidente de Chíquiza; ejemplares de esta misma especie junto con *Favrella colombiana* HAAS, fueron coleccionados en posición estratigráfica análoga en la región del río Cane; en la zona de transición con las calizas infrayacentes se coleccionó *Exogyra* cf. *E. Couloni* (DEFrance), *Toxaster* sp.; de las limolitas se ha coleccionado

nado *Trigonia* sp. De estas limolitas mencionan DIETRICH (1938) y SCHEIBE (1938, p. 16) *Protocardia* cf. *peregrinorsa* (D'ORB.), y *Tellina* cf. *carteroni* D'ORB., formas que creían correspondían al Barremiano. También se ha colectado con menor precisión *Acanthodiscus* sp., y *Valanginites santafecinus* (D'ORB.).

Aunque no se dispone de fauna abundante, parece que los representantes de *Subastieria* y de *Favrella* hablasen en favor del Hauteriviano inferior, como edad asignable a estas capas.

FORMACION PAJA	{	C) Arcillolitas con nódulos huecos; B) Arcillolitas abigarradas; A) Lutitas negras inferiores.
----------------	---	--

A) *Lutitas negras inferiores*

Se extienden al noroccidente de la región estudiada; ocupan en el mapa la porción más destacada del núcleo del Anticlinal de Oiba; orlan ambos lados del Anticlinal de Arcabuco. Su coloración es principalmente negra, rojiza en su parte alta, especialmente al oriente. Sobre estas capas se sitúa la población de Villa de Leiva. Se estudió especialmente de acuerdo con la poligonal Sáchica-Puente Samacá, entre las estaciones El-8ª; espesor total 340m. (fig. 2).

Segmento A. — Shales o arcillolitas negras, con nódulos dispersos, a veces concentrados y fosilíferos; se encuentra una acumulación de fósiles recubiertos por yeso y "cizallados". Hacia la parte baja son más arenosos. 110 m.

Segmento B. — Shales arenosos de grano muy fino, con sendos bancos de arenisca en el techo y el muro; adquieren coloración rojiza por oxidación. Límites arremolinados entre las capas, yesosos y con nódulos. 20 m.

Segmento C. — Shales negros oxidados, con nódulos calcáreos de hasta 25 cm. de diámetro; fósiles a veces piritizados. Intercalada va una capa (1.30 m.) de shale arenoso con repliegues e intercalaciones de yeso. 30 m.

Segmento D. — Areniscas de grano muy fino, silíceas; tienden a individualizarse en bancos; presentan bandeamiento, muy compactas. 15 m.

Segmento E. — Lutitas (a veces shales) negras a rojizas por oxidación, con algunas intercalaciones limolíticas micáceas; suelen presentar

nódulos a veces calcáreo-arcillosos pequeños, muy compactos. Hacia la parte alta los nódulos están atravesados radialmente por costras de yeso y algunos llevan fósiles. 165 m.

Análisis facial. El cambio entre las limolitas grises del conjunto inferior y las lutitas negras es neto. Aproximadamente 50 m. arriba del muro de este conjunto se encontró acumulación de *Olcostephanus* de tamaño grande, los cuales no aparecen asociados a concreciones sino como moldes internos. Es notable ahí la fineza de los sedimentos y su estratificación poco clara; resalta también la ausencia de gasterópodos y de lamelibranchios. Considerados dichos aspectos en conjunto, plantean la posibilidad de sedimentación tranquila en medio reductor, con escasa circulación de fondo que impidió el desarrollo de vida bentónica. Tal posibilidad no es necesariamente interpretable desde el punto de vista batimétrico como indicaciones de gran profundidad, mejor tener en cuenta factores de restricción respecto del mar libre, tales como barreras. Nótese que eso es probable si se tiene en cuenta que al occidente de la población de Arcabuco, e inmediatamente encima de capas que suministraron las mismas formas de *Olcostephanus* que en Leiva, aparecen bancos de areniscas no manifiestos en Leiva (excepto los segmentos arenosos y fosilíferos B-D, probablemente sus prolongaciones), los cuales son lentejones que podrían representar antiguas barras litorales marinas.

El segmento restante E, caracterizado por la notable ausencia de fósiles, excepto algunas impresiones de cefalópodos y vestigios de vegetales, refleja condiciones igualmente desfavorables para la conservación de restos orgánicos; sus condiciones ambientales de formación son probablemente análogas a las de los niveles inferiores.

El área de sedimentación pudo sufrir constante hundimiento proporcional a la acumulación de sedimentos. Las condiciones ambientales permanecieron más o menos uniformes hasta el comienzo de la sedimentación de las capas arcillolíticas superyacentes que inician nueva fase sedimentaria.

Análisis bioestratigráfico. En el segmento inferior de estas capas se colectó restos indeterminables de cefalópodos; más o menos cincuenta metros arriba del yacente se colectó por la carretera: *Olcostephanus boesei* RIEDEL, *Olcostephanus* aff. *O. delicatocostatus* HAAS, *Olcostephanus* (*Rogersites*) aff. *O. boussingaultii* (D'ORB.); encima se colectó *Olcostephanus* (*Rogersites*) *boussingaultii* (D'ORBIGNY) y arriba *Olcostephanus* aff. *O. bangei* (BOESE); algunas de estas formas fueron consideradas al parecer tentativamente por BÜRCL del Hauteriviano inferior (1954 a, p. 13), sin embargo, como se discutirá en otro aparte,

esta asignación no estaba sólidamente respaldada. Basta por el momento su asignación al Hauteriviano. En el techo de esta sucesión se colectó fragmentos de *Crioceratites* cf. gr. *C. nolani*.

B) *Arcillolitas abigarradas*

Afloran al occidente y constituyen parte del núcleo del Anticlinal de Careperro; dominan el extremo N. del Sinclinal de Villa de Leiva. Al oriente del Anticlinal de Arcabuco se extienden como franja que desprende desde Sáchica. Se estudiará particularmente de acuerdo con la sucesión levantada a lo largo de la poligonal Sáchica-Puente Samacá, entre los puntos 8a-14b; su espesor es de 480 m. (Fig. 3).

Segmento A. — Comprendido entre los puntos 8a-8c: *Arcillolitas* con coloración rosada superficialmente; en las quebradas son siempre negras. Contiene 27 niveles duros, principalmente areniscas arcillosas, ligeramente calcáreas, de color rojo a marrón, a veces con indicación de estratificación cruzada; espesor banco promedio de 34 cm.; representan en espesor el 17% del segmento. El segmento es fosilífero en un 32%. Espesor 56 m. Se observa numerosas concreciones calcáreas, esféricas o elípticas de hasta 50 cm. de diámetro máximo; van recubiertas por arcillas a veces yesosas que se adaptan a sus formas; pueden aparecer agrictadas y cruzadas en su interior por vetas de calcita (septarias). Intermitentemente suele encontrarse yeso cruzando las *arcillolitas* o los niveles duros, a veces aparentemente interestratificado. Puede observarse calcita fibrosa en el muro de las capas duras.

Análisis tafonómico. En la Loma de La Yesera, en la base del segmento, se encontró grandes concreciones elípticas repletas de amonitas y una capa arenoso-margosa infrayacente, rica en foraminíferos calcáreos; en dicha loma la parte superior de este segmento lleva también concreciones alargadas, algunas muy ricas en amonitas. Las concreciones inferiores pueden alcanzar hasta 1 m. de diámetro máximo, son elipsoidales y están repletas de *Pseudohaploceras* de diversos tamaños, generalmente paralelos a la estratificación. Suele encontrarse fragmentos de concha de cefalópodos llenando la cámara de habitación de otras amonitas de mayor tamaño. La caliza margosa infrayacente presenta a trechos amonitas comprimidas y foraminíferos dispuestos en estratificación oblicua. Tanto el tamaño de las concreciones y la abundancia de fósiles, así como el nivel calcáreo disminuyen o desaparecen, respectivamente, hacia el occidente o sureste. Estudiadas varias concreciones, según una línea horizontal con longitud mínima de 200 m. (*método de la línea transeccional recta*) en las lomas de La Yesera, de Monsalve y de San Vicente, se obtuvo dos observaciones de interés: el tamaño y ri-

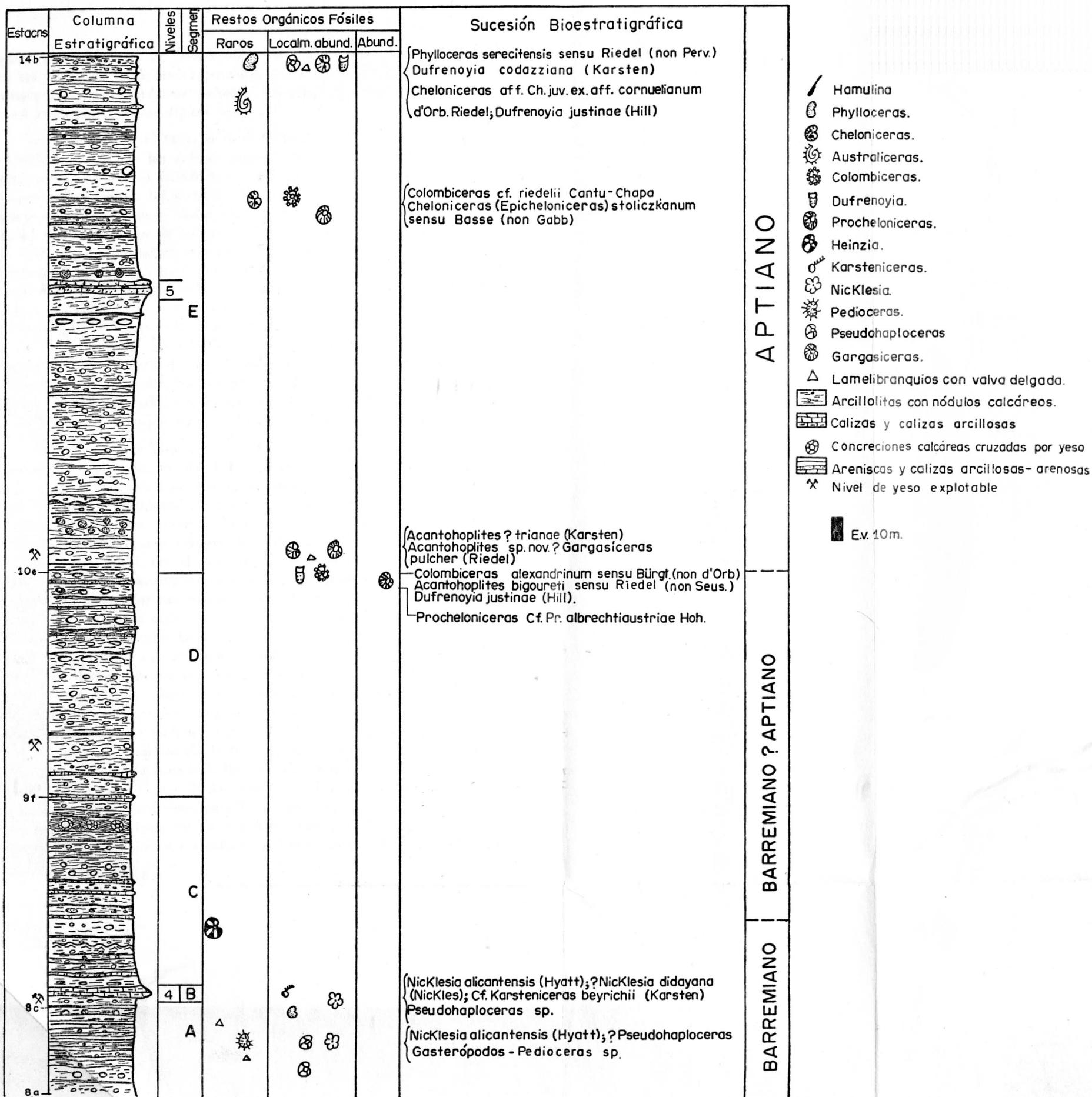


Figura 3

queza de fragmentos de cefalópodos decrece hacia el occidente, pero en tal dirección aumenta el porcentaje de formas desenrolladas y de troncos (cuerpos cilíndricos carbonizados con indicaciones de probables ramificaciones). (Véase figura 4a).

La variación en el tamaño de las concreciones calcáreas y la desaparición lateral de las calizas implica disminución de la precipitación calcárea hacia el occidente, o sea variaciones en las condiciones de sedimentación en tal sentido; ahora bien, si a esto se une la presencia de acumulaciones fosilíferas con formas pequeñas y de gran tamaño, con fragmentos de conchas dispersos e incluidos en las cámaras de otros, que claramente reflejan transporte, se deduce que los movimientos del medio líquido operaron preferencialmente de oriente a occidente. El transporte debió efectuarse por corrientes densas, con acción menos selectiva en cuanto a tamaño, y sobre materiales acumulados previamente, dado que en las concreciones los fósiles constituyen el corazón de las mismas, y que en los más de los fósiles de mayor tamaño están dispuestos paralelamente a los planos de estratificación; además, estructuras orgánicas delicadas, tales como espinas, se han conservado muy bien. Es notable la escasez de gasterópodos y de lamelibranquios, y especialmente la ausencia de equinodermos.

Todo lo anterior bien podría indicar que esta región representaba una zona de transición en que el fondo fue móvil, impidiendo el desarrollo de vida bentónica, a lo cual apoyaría, además, ser los *Pseudohaploceras* las formas dominantes; debió existir competencia biológica intensa entre los cefalópodos, tal como lo prueban las desgarraduras "in vivo" en la concha de algunos cefalópodos. Otra posible interpretación sería la selección de las concreciones por tamaños debido a corrientes submarinas, pero esto no explicaría satisfactoriamente la distribución predominante de las formas desenrolladas ligada a las concreciones de menor diámetro, así como la presencia más abundante de "troncos" hacia el occidente. Inmediatamente debajo del segmento B, ocurren en la Loma de la Yesera concreciones calcáreas elipsoidales, algunas de las cuales presentan concentraciones de amonitas en su parte central; en otras concreciones los fósiles, generalmente formas pequeñas, se disponen en capas superpuestas, según los planos de estratificación; otras concreciones son casi estériles. Las concreciones citadas antes fueron estudiadas según el *método de la línea transeccional recta*, aproximadamente por 300 m. de longitud. Repiten con menor intensidad el fenómeno de las concreciones de la base del segmento A (fig. 5). Tanto para estas concreciones como para las inferiores el proceso de formación fue rápido y simultáneo con la sedimentación, pues las capas que se le superponen se acomodan a sus formas. Entre los dos "horizontes", con

grandes concreciones fosilíferas, ocurren otras usualmente subesféricas y generalmente con cefalópodos; son muy interesantes, pues en ellas suele existir predominio de un grupo determinado de amonitas. El análisis cuantitativo de varias concreciones (fig. 4b) indica que dirigiéndose hacia el núcleo del Anticlinal de Arcabuco es más frecuente la presencia de formas con tamaño mayor. En la Loma de Monsalve predominan las *Nicklesias* mientras que en la Loma de la Yesera y Loma Blanca las *Pedioceras* se hacen más frecuentes, lo cual podría explicarse si se considera que pudieron actuar corrientes con acción selectiva de acuerdo con la forma de los cefalópodos; REYMENT (1958) señaló que la distribución de los cefalópodos estuvo regulada por su forma, atendiendo al hundimiento después de muertos, pero no a las causas de su concentración. A veces el hecho de que unas formas pre-

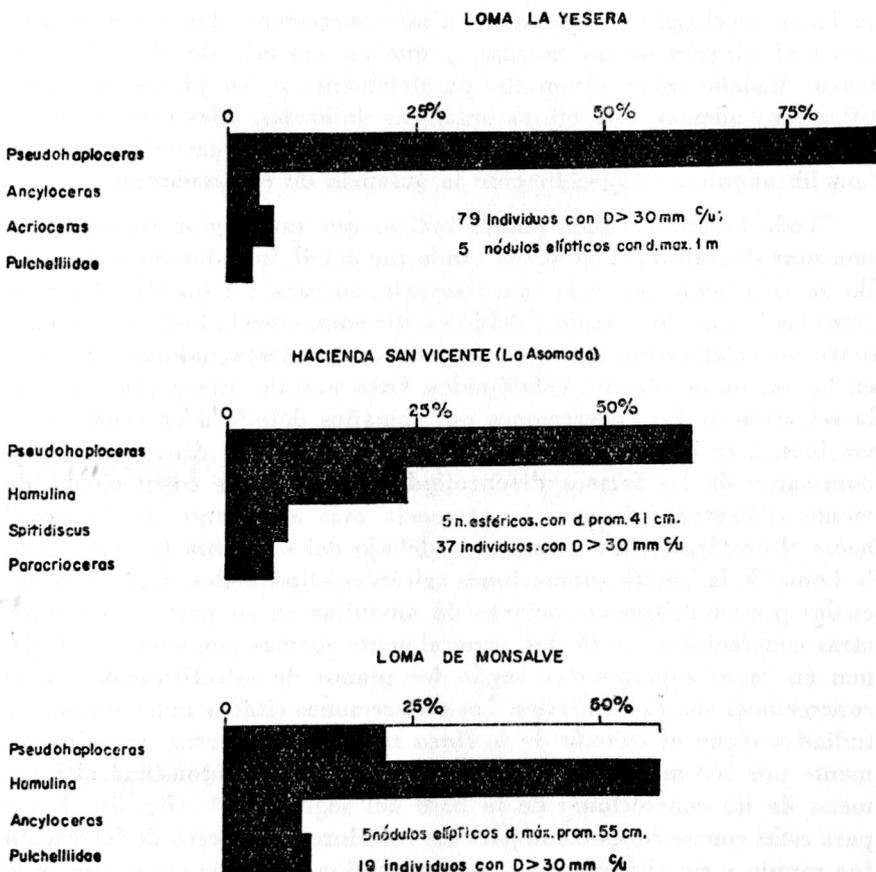


Figura 4 A

dominen sobre otras, indicaría solamente que éstas tuvieron más capacidad para ser concentradas en determinadas condiciones dinámicas.

Segmento B. — Nivel 4 de la columna. Caliza arcillosa muy compacta de 1.60 de espesor, separada en capas delgadas de 5 cm, especialmente en su parte central; los 55 centímetros superiores presentan por la carretera lentes de arcilla calcáreo-arenosa. Este nivel constituye la capa guía que destaca como cornisa hacia el centro del talud oriental de la Loma de la Yesera. En este nivel es frecuente encontrar irregularmente distribuidos y comprimidos cefalópodos enrollados y desenrollados. Pocos metros por debajo de este nivel se encontró, tanto en la Loma de la Yesera como en Loma Blanca, acumulación de yeso en que los fósiles y concreciones aparecen mal conservados.

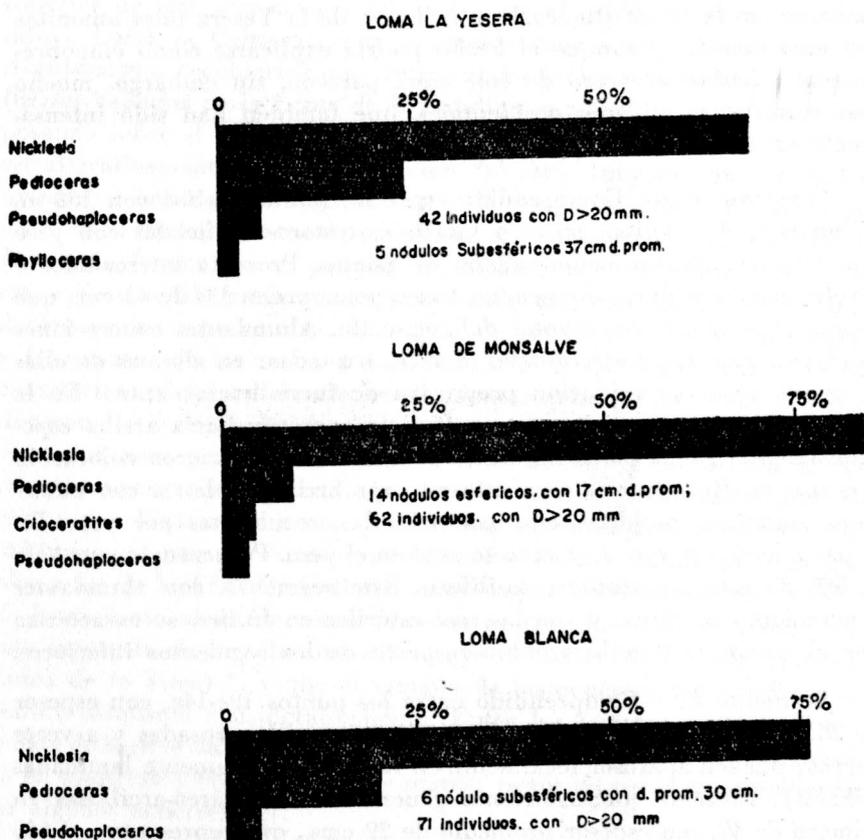


Figura 4 B

Segmento C. — Comprendido entre los puntos 9a-9f de la poligonal. Arcillolitas grises; 27 intercalaciones margosas con espesor promedio de 33 cm., las cuales representan el 10% del espesor del segmento: 86 m. de espesor. El contenido fosilífero en espesor representaría el 6%. En este segmento el yeso se encuentra usualmente como relleno de fisuras diminutas en las arcillolitas y capas margosas. En las arcillolitas suele encontrarse concreciones calcáreas sin fósiles, excepto hacia la parte inferior, rodeadas por costras de yeso y oxidadas. El tamaño de las concreciones es variable, llegando hasta los 15 cm. de diámetro máximo, esferoidales las más de las veces. Varios niveles margosos duros presentan en el yacente costra de yeso de hasta 1 cm. de espesor.

Análisis tafonómico. De este segmento se colectó, en las regiones de Loma de Monsalve y Loma de la Cabrera, amonitas bellamente conservadas, predominando en un 90% las Pulchelliidae. En general, formas grandes dispuestas paralelamente a los planos de estratificación. Sin embargo, en la Loma Blanca y en la Loma de la Yesera tales amonitas son muy escasas, y aunque el hecho podría explicarse como empobrecimiento debido a exceso de colección, parecen, sin embargo, mucho más ricas las localidades occidentales, que también han sido intensamente exploradas.

Segmento D. — Comprendido entre los puntos 9f-10e, con 102 m. de espesor. Arcillolitas grises o marrones, interestratificadas con yeso que también aparece como relleno de grietas. Presenta intercalados 8 niveles calcáreos duros destacados, con espesor promedio de 41 cm., que representan el 4% del espesor del segmento. Abundantes concreciones calcáreas, elípticas a esferoidales, a veces oxidadas; en algunas de ellas se puede observar oxidación progresiva de fuera hacia dentro. En la base de este segmento no ocurren fósiles; aparecen hacia arriba esporádicamente. En la parte superior las arcillolitas adquieren coloración más oscura. Remata este segmento en capa arcillosa blanca con numerosas amonitas completamente comprimidas, recubiertas por yeso. En la parte media de este segmento se explota el yeso. Porcentualmente solo el 5% de este segmento es fosilífero. Este segmento, con abundantes concreciones calcáreas pequeñas casi estériles en fósiles, se caracteriza por el menor contenido arenoso respecto de los segmentos inferiores.

Segmento E. — Comprendido entre los puntos 10e-14e, con espesor de 235 m. Arcillolitas abigarradas: grises, amarillas, rosadas y a veces negras; pueden aparecer localmente en la sucesión finamente laminadas (Shales). Presenta intercalaciones generalmente calcáreo-arcillosas en número de 49, con espesor promedio de 29 cms., que representan el 6% del espesor del segmento. El contenido fosilífero representa en espesor

el 39%. Localmente en sucesión vertical aparecen concentraciones explotables de yeso interestratificadas con las arcillolitas, pero frecuentemente observable como relleno de fisuras diminutas. Concreciones calcáreas generalmente elipsoidales a esferoidales, distribuidas en toda la sucesión; algunas de ellas se encuentran repletas de formas pequeñas. Los fósiles de gran tamaño (cefalópodos) son frecuentes, pero usualmente aparecen aislados.

Análisis tafonómico del segmento E. Se observó grandes concreciones repletas con formas pequeñas, muy bien conservadas y con notable escasez de fragmentos, lo cual puede indicar transporte selectivo suave. A veces se encontró en la parte central de una concreción algunas amonitas grandes (fig. 6). Hay puntos en los que, sin embargo, llega a encontrarse acumulaciones de amonitas y fragmentos de las mismas, indicando así condiciones de transporte más dinámico. Hacia la parte superior de este segmento, y especialmente al occidente (Loma la Catalina, Loma la Cabrera), han aparecido esqueletos o fragmentos de *Alzadasaurus*, recubiertos por costra calcárea. Dos esqueletos completos fueron hallados en la Loma de la Catalina, y ambos se encontraron reposando sobre el dorso (WELLES, 1962, p. 13 y p. 32); fueron recogidos estratigráficamente 10 m. uno arriba del otro. Informaciones verbales indican el hallazgo de otras formas casi completas. Desde el punto de vista de la litología, estos datos indican que no se trata de una "caliza de reptiles", sino de un paquete de capas arcillolíticas fosilíferas. En esta misma región suele encontrarse frutos, así como vestigios de hojas dentro de las concreciones. El hecho de encontrar reptiles bocarriba y fragmentos de los mismos distribuidos irregularmente, amén de su orientación preferencial oriente occidente, indica que estos reptiles llegaron flotando desde el occidente, que su enterramiento fue rápido en región poco profunda (REYMENT, 1957, p. 166) y con acción de corrientes menores y de necrófagos; estas ideas fueron esbozadas parcialmente por WELLES (op. cit., p. 32). Las observaciones anteriores, en todo caso, no parecen corroborar condiciones de profundidad comparables a las de la Fosa Vocontiana como acepta WELLES (op. cit. p. 15). Es interesante observar cómo progresivamente hacia el occidente, en este segmento de la columna, disminuye el contenido de yeso (por ej. Loma de la Yuca) *, y que el tamaño de las concreciones calcáreas se reduce asimismo considerablemente. Entre los factores ecológicos que puede deducirse de la presencia de reptiles es su abundancia, y la riqueza en plancton y en peces de esos mares; restos de peces se conservaron en algunas concreciones.

* Ver Pardo Parra, página 3.

Consideraciones bioestratigráficas generales. En la base del segmento A se colectó en la Loma Blanca: *Pseudohaploceras incertum*

LOMA LA YESERA

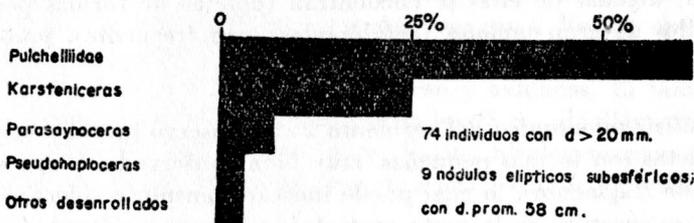


Figura 5

LOMA BLANCA (Sección)

% de formas pequeñas por nódulos para mostrar la acción selectiva del medio transportador.

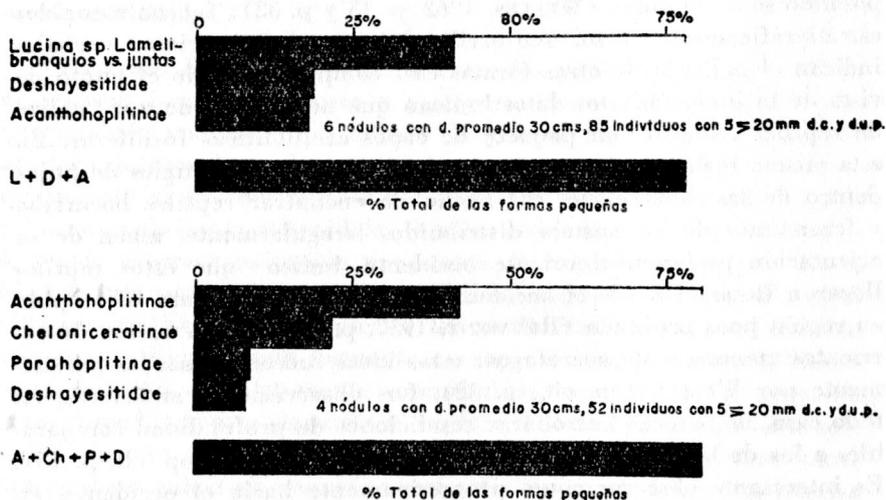


Figura 6

RIEDEL, y gasterópodos turriculados. En la Loma de Monsalve: *Pulchelliidae* gen. nov. ? *Pseudohaploceras* aff. *P. incertum* RIEDEL, *Hamulina*? *H. orbigniana* (FORBES), *Ancylloceras degenhardtii* (BUCH). En la Loma de la Cabrera (Hda. San Vicente): *Paracrioceras* sp., *Spitidiscus*? *S. simitiensis* HAAS, *Heteroceras* aff. *H. helicoceroides* (KAR-

STEN), *Hamulina?* *H. orbigniana* (FORBES), *Phylloceras* sp. En la Loma de la Yesera: *Pseudohaploceras incertum* RIEDEL, *Ancyloceras degenhardtii* (BUCH), *Acrioceras* sp. nov., *Valdedorsella* sp., *Pulchelliidae* gen. nov., fragmentos de valvas de lamelibranquios. Este conjunto de formas fue considerado indicador del *Barremiano Inferior Bajo* (BÜRGL, 1956); aquí es considerado por el presente autor como fauna del estratotipo de la base local del Barremiano de Colombia. Entre la capa anterior y la capa superior con grandes concreciones calcáreas debajo del nivel 4 se colectó: Loma Blanca (véase fig. 3), *Nicklesia alicantensis* (HYATT), *Pedioceras caquesensis* GERHARDT; algo más arriba *Nicklesia alicantensis* (HYATT), *Nicklesia didayana* (NICKLES), cf. *Karsteniceras beyrichii* (KARSTEN), *Pseudohaploceras* sp. En la Loma de la Yesera: *Phylloceras?* sp., *Pseudohaploceras* aff. *P. incertum* RIEDEL, *Nicklesia alicantensis* HYATT, *Pedioceras caquesensis* GERHARDT; más arriba *Nicklesia nodosa* BÜRGL, y *Nicklesia* cf. *N. didayana* (D'ORB.). En la Loma de Monsalve: *Nicklesia* aff. *N. alicantensis* HYATT, *Crioceratites* sp. nov., *Nicklesia didayana* (D'ORBIGNY), *Pedioceras caquesensis* GERHARDT; más arriba *Nicklesia dumasiana dumasiana* (D'ORBIGNY), *Nicklesia dumasiana retrocurvata* BÜRGL, *Nicklesia* aff. *N. nolani* (NICKLES), lamelibranquios indeterminados. En la Loma la Cabrera: *Phylloceras?* sp., *Nicklesia* aff. *N. alicantensis* (HYATT),? *Nicklesia lenticulata*; estos fósiles fueron considerados por BÜRGL (1956) como representantes del *Barremiano Inferior bajo* (q. v.); aquí son considerados como formas del estratotipo del Barremiano de Colombia.

En las concreciones elípticas superiores, debajo del nivel 4, se colectó en la Loma la Yesera las siguientes formas: *Karsteniceras beyrichii* (KARSTEN), *Pulchellia communis* BÜRGL, *Pulchellia leivaensis* BÜRGL, *Pulchellia robusta* BÜRGL, *Pulchellia elegans* BÜRGL, *Parasaynoceras horridum* (D'ORBIGNY), *Phylloceras?* sp., lamelibranquios indeterminados. Estas formas fueron consideradas por BÜRGL (1956), indicadores del *Barremiano Inferior Alto* (ver cuadro de distr. faunística).

Segmento C. — Inmediatamente encima de la capa calcárea arcillosa que forma cornisa (Nivel 4) se colectó en la Loma de la Yesera: *Pulchellia fasciata* GERHARDT, *Pulchellia royoii* BÜRGL? *Phylloceras* sp., *Karsteniceras beyrichii* (KARSTEN), *Pulchellia galeata ornata* BÜRGL, *Pulchellia caicedoi* (KARSTEN), *Pseudohaploceras* sp., *Pulchellia communis* BÜRGL, *Pulchellia* aff. *P. orbignyi* BÜRGL; estos fósiles fueron considerados por BÜRGL indicadores del *Barremiano Medio Bajo*.

Arriba de los fósiles anteriores se colectó en capas con concreciones calcáreas de Loma Blanca: *Heinzia* aff. *H. galeatoides* (KARSTEN). De la Loma de la Yesera: *Heinzia provincialis* (D'ORBIGNY), *Heinzia veleziensis* HYATT, *Heinzia galeatoides galeatoides* (KARSTEN), *Heinzia*

lindigii (KARSTEN). De la Loma la Cabrera: *Heinzia galeatoides galeatoides* (KARSTEN), *Heinzia colletii* BÜRGL, *Heinzia provincialis* (D'ORBIGNY), *Heinzia lindigii* (KARSTEN), *Heinzia galeatoides reesidei* ROSCHEN, *Heinzia veleziensis* HYATT. De la Loma Monsalve se colectó: *Heinzia galeatoides galeatoides* (KARSTEN), *Heinzia provincialis* (D'ORBIGNY), *Pulchellia* aff. *P. hettnerii* GERHARDT, *Pseudohaploceras* aff. *P. hopkinsii* (FORBES); estas formas fueron consideradas por BÜRGL indicadoras del *Barremiano Medio Alto*.

Hacia la parte superior de este segmento y solo en la Loma de Monsalve se colectó: *Pulchelliidae?* y *Colchidites apolinarii* (ROYO Y GÓMEZ); la distribución de este último género se ha considerado barremiano-aptiana, sin embargo, por falta de formas asociadas, definir con seguridad si esta especie puede ser asignada al Barremiano superior o al Aptiano inferior permanece aún por esclarecerse; existen datos no publicados en los que *Colchidites apolinarii* se menciona con fósiles asignados al Barremiano medio.

Segmento D. — En él se encontró en la Loma de la Yesera, hacia su parte inferior, un ejemplar de *Deshayesites* (fide BÜRGL, 1954 a, = *Neodeshayesites*, CASEY, 1964, p. 289), y más arriba en calizas, representantes de *Chelonicerias subnodosocostatum* (SINZOW) y de *Chelonicerias bradleyi* sensu BÜRGL (non ANDERSON); esta parte del segmento parece mucho más fosilífera en la región de la Loma de la Yesera que en la sección por la carretera, exceptuando en, la parte superior, la capa rica en *Prochelonicerias* aff. *P. albrectiaustriiae* (HOHENEGGER). Estas capas corresponden al Aptiano inferior de BÜRGL (1954 a).

Segmento E. — Inmediatamente arriba de la capa arcillosa blanca (Km. 28 + 33650) ocurren concreciones fosilíferas, de algunas de las cuales se extrajo: *Colombicerias alexandrinum* sensu BÜRGL (non D'ORBIGNY); *Acanthohoplites bigouretii* sensu RIEDEL (non SEUSNES); *Dufrenoyia justinae* (HILL); *Acanthohoplites* sp. nov., *Gargasiceras pulcher* (RIEDEL), *Acanthohoplites?* *A. trianae* (KARSTEN); esta fauna concuerda con la mencionada por BÜRGL (1954 a, p. 17) para capas análogas en la Loma de la Yesera, y que consideró de la base del Aptiano superior. Mucho más arriba, en la sucesión (ver fig. 3), se colectó: *Colombicerias* sp. nov., *Chelonicerias (Epichelonicerias) stoliczkanum* sensu BASSE (non GABB), *Zurcherella* sp., *Australicerias columbiae* (BASSE); en el techo de este segmento *Phylloceras serecicense* sensu RIEDEL (non PERVINQUIERE), *Dufrenoyia codazziana* (KARSTEN), *Australicerias?* *A. columbiae* (BASSE), hallada igualmente en la Loma de Monsalve y en la Loma de Puntillas al noroccidente, en posición estratigráfica análoga. Dentro de este segmento colectaron los *Alzadasaurus colombiensis*

WELLES, de la Loma de la Catalina (véase WELLES, 1962, fig. 2 y p. 13). Se asigna estos reptiles al Aptiano superior, aunque no se descarta, sino que por el contrario, se piensa en la posible existencia de otras capas más bajas con restos de reptiles. Correspondientes a este segmento pero con menor precisión se colectó en la Loma la Cabrera *Neodeshayesites acutecosta* (RIEDEL), *Gargasiceras pulcher* (RIEDEL) y *Colombiceras roseanum* (KARSTEN), junto con fruto determinado, como *Sterculiocarpus* sp. nov. (HUERTAS, 1966).

Análisis tafonómico general. Para el segmento A, la acumulación masiva de fósiles al oriente, su disminución en número, tamaño y fragmentación hacia el occidente, amén del mayor número de "troncos" y restos vegetales en esta dirección (HUERTAS, 1967), postulan actividad dinámica que produjo transporte con dirección general aproximada oriente-occidente en una región probablemente no muy profunda. Tales condiciones de sedimentación aparentemente predominaron hasta el momento de formación de la caliza arcillosa tomada como nivel guía (4). A partir de allí el ámbito sedimentario sufrió intermitentemente restricción en su comunicación con el mar libre, lo que hubo de aumentar la salinidad, hecho manifiesto especialmente por el enriquecimiento que en yeso presentan los segmentos D-E en sentido occidente-oriente. Alternaron con los tiempos de restricción momentos de mayor comunicación en que actuaron corrientes que barrieron el fondo marino causando concentraciones locales de formas pequeñas, así como distribución irregular de formas de mayor tamaño. Probablemente el movimiento superficial del agua trajo por flotación desde el occidente formas de reptiles en descomposición. En resumen, hubo cambios ambientales producidos en una región de bahía amplia, periódicamente sometida a restricción respecto del mar libre en su margen occidental, probablemente por efectos oscilatorios de una región incluida dentro de la zona nerítica de mar de plataforma tal como la conciben DUNBAR y RODGERS (1957, p. 47): "The neritic zone is an area of active bottom currents, affected by storm waves and by storm drift and tidal currents . . .", esto es como fenómenos predominantes y no como simples sucesos aislados como advierte HEEZEN (1963, pág. 764).

C) *Arcillolitas con nódulos huecos*

Se extiende este nivel al occidente de la región estudiada constituyendo el respaldo alomado de las poblaciones de Tinjacá, Sutamarchán y Sáchica; por el oriente se extiende como franja paralela a la dirección general de las capas del núcleo del Anticlinal de Arcabuco. Presentan

coloración marrón. La descripción se basa especialmente en las observaciones a lo largo de la poligonal Sáchica-Puente Samacá, entre los puntos 14b-16b.

Arcillolitas grises abigarradas de rojo o amarillo, con numerosos nódulos elipsoidales huecos, y abundantes nódulos macizos pequeños. La sucesión presenta intercalaciones arcillosas blancas, lustrosas; hacia arriba comienza a hacerse micácea y arenosa: 80 m. de espesor aproximadamente; hacia el occidente aparentemente presenta mayor espesor, pero esto se debe evidentemente en parte a la extensa superficie que ocupan sus capas suavemente onduladas.

Análisis tafonómico. Es interesante observar que en algunos nódulos suele encontrarse moldes internos de amonitas, asimismo suele hallarse moldes sueltos en las arcillolitas. BÜRGL (1954 a, p. 17) anotaba: "Estas arcillas contienen varias capas o lentes tobáceos, en los cuales y en los alrededores de los cuales se encuentran acumulaciones de amonitas". Aunque no fue posible la comprobación de los "lentes tobáceos", sí se reconoció capas arcillosas blancas, en las cuales son frecuentes los lamelibranquios con valvas delgadas. La abundancia de nódulos y la presencia en algunos de ellos de moldes de cefalópodos indican claramente que hubo acumulación de fauna abundante, la cual no se ha conservado simplemente por efectos de fosilización; además, las concentraciones de fósiles bien pueden indicar acción de corrientes.

Análisis facial. Como se indicó anteriormente, este conjunto se caracteriza por su contenido arcillolítico, sus fósiles hallados siempre como moldes y las concentraciones esporádicas de lamelibranquios con valvas delgadas, lo cual podría indicar que durante los tiempos de sedimentación de estas capas hubo vida abundante. Es posible pensar en condiciones batimétricas para el ámbito sedimentario análogas a las de las capas yesíferas infrayacentes, diferenciando de éstas simplemente en que por eliminación de las condiciones que restringían la comunicación con el mar libre no hubo condiciones favorables para la precipitación de carbonato cálcico o de yeso; el fondo tuvo aireación, pero por su naturaleza blanda solo permitió el desarrollo de vida de organismos particulares.

Consideraciones bioestratigráficas. Estas capas fueron consideradas por BÜRGL (1954 a, p. 17) como representativas del Aptiano superior, con base en algunos hallazgos de amonitas. Se considera que estas capas constituyen parte de la sucesión que puede ser incluida en el Aptiano superior.

GRUPO DE SAN GIL { B) Formación San Gil Superior;
A) Formación San Gil Inferior.

A) Conjunto arenoso-calcáreo (Formación San Gil Inferior)

Se manifiesta como respaldo occidental franjeado del Anticlinal de Oiba; se reconoce formando el Sinclinal de Leiva-Ráquira y estructuras adyacentes hacia el oriente; su expresión morfológica es el contrafuerte que define estas estructuras desde Sáchica hasta Tinjacá. Al oriente constituye franja que corre paralelamente al margen oriental del núcleo del Anticlinal de Arcabuco. Se estudió este conjunto según la poligonal Sáchica-Puente Samacá, entre los puntos 16b-24b; espesor aproximado 320 m.; figura 7.

Segmento A. — Comprendido entre los puntos 16b-18a; 140 m. de arcillolitas arenosas y muscovíticas; grises, abigarradas de rojo o amarillo por oxidación; con nódulos arcillosos pequeños, algunos perfectamente esféricos, otros irregulares. Aunque parcialmente cubierto, se observa sobre la parte alta del cerro en cuyo pie se elaboró la sección y estratigráficamente arriba de lo descrito, intercalaciones de areniscas arcillosas micáceas, en las cuales suele hallarse dispersos o concentrados localmente amonitas y lamelibranquios; en algunos sitios (sur de Sáchica por el camino que conduce a Ráquira) se encontraron equinodermos dentro de estas capas; también se encontró en el ascenso al Alto del Arrayán, fragmentos de *Serpula*; usualmente todos los fósiles se encuentran como moldes internos. Se avalúa en 10% el espesor fosilífero.

Segmento B. — Entre el punto 18a y la estación E 21. Son 190 m. de calizas macizas, arenosas, fosilíferas y a veces fuertemente cristalizadas; hasta donde pudo observarse en afloramientos, se contó 20 intercalaciones calcáreas con espesor promedio de 97 cm., que representan el 28.2% del espesor total medido de este segmento; alternando se encuentran arcillolitas a shales arenosos grises o marrones, y en ellos se reconocen vetas de yeso, asimismo la muscovita es frecuente.

Análisis tafonómico. La distribución de la fauna en las arcillolitas, y especialmente en las calizas, es variada: ora concentraciones de formas pequeñas, ora formas de tamaño regular, más o menos uniformemente distribuidas a través de las capas, ora concentraciones de formas de gran tamaño, con valvas gruesas junto con fragmentos y formas más pequeñas. En las capas cortadas por la quebrada de Roa (véase mapa) se observó trigonias aisladas con sus valvas unidas, pero pudo observarse concentraciones de las mismas con sus valvas no articuladas. Los gasterópodos suelen ocurrir en bolsadas: no se observaron en las calizas a lo largo de la poligonal pero sí abundantemente en el ascenso al sur de Sáchica. Tanto en las arcillolitas como en algunas calizas suele encontrarse nódulos pequeños casi esféricos de hasta 2 cm. de diámetro.

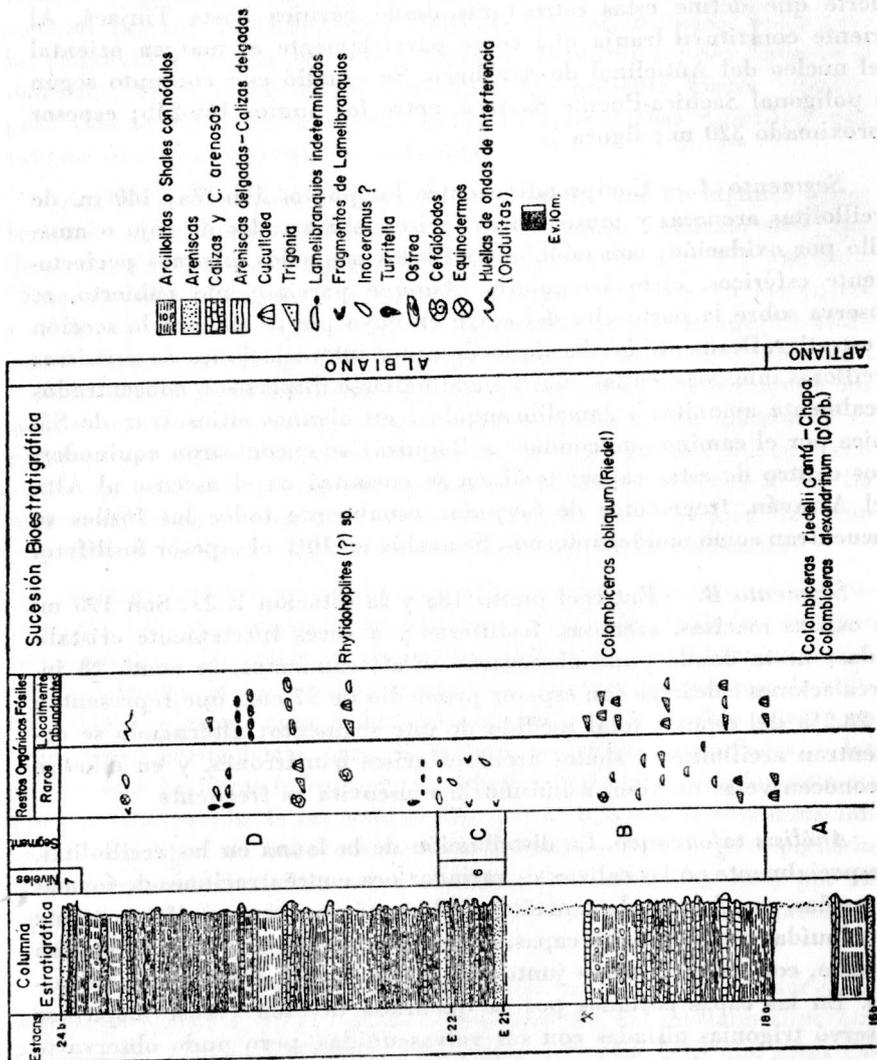


Figura 7

En algunas muestras se observó lamelibranquios de gran tamaño, hasta 90 mm. de diámetro umbopaleal y concha gruesa, generalmente con sus valvas unidas, junto con valvas pequeñas, así como fragmentos de otras valvas; algún ejemplar grande mostró sus valvas desarticuladas, una de ellas desplazada respecto de la otra y la concavidad interior colmada por fragmentos y por conchas pequeñas de otros lamelibranquios: estas últimas observaciones sugieren la existencia de medio agitado capaz de producir transporte sobre formas de tamaño pequeño pero incapaz de producir la desarticulación completa de formas de mayor tamaño y charnela resistente. Aunque no se intentó análisis estadísticos ni se observó muchos afloramientos rigurosamente, bien puede deducirse de las observaciones realizadas los siguientes aspectos: hubo agitación o corrientes que indudablemente favorecieron el aireamiento del fondo marino; es probable que hubiesen existido movimientos de las masas de agua con acción selectiva (¿o diferencias ecológicas locales?). En estas capas solo localmente se reconoce concentraciones tales que ameriten la denominación de lumaquelas; es probable que el transporte no haya actuado sobre distancias grandes. Este segmento sería fosilífero en 27% de su espesor.

Segmento C. — Entre las estaciones E21-E22: 25 m. de espesor; areniscas cuarzosas grises, de grano fino, compactas, muscovíticas, en bancos de hasta 1.50 m. de espesor; algunos bancos contienen fragmentos pequeños de lamelibranquios; intercalados van shales grises oscuros con lamelibranquios de valva delgada, y representan el 25.77% del espesor. El segmento sería fosilífero en 5%.

Segmento D. — Entre la estación E22 y el punto 24b 125 m. de alternancia de: a) bancos calcáreos, en total 23 con espesor promedio de 49.65 cms., los cuales representan el 8.05% del espesor total del segmento; b) shales micáceos o arcillolitas gris-oscuras, arenosas; c) areniscas arcillosas muy micáceas, con *ondulitas* y restos de equinodermos. Se contó 35 capas de areniscas arcillosas con espesor promedio de 75.42 cms., las cuales representan el 18.61% del total del segmento. Este último tipo de capas se presenta especialmente hacia la parte superior (cf. fig. 7) de este segmento, que culmina en diez metros de areniscas gris oscuras muy micáceas a veces, oxidadas, de grano fino a medio, con algunas drusas tapizadas por cuarzo (nivel 7, fig. 7). Los niveles de shales y arcillolitas contienen esporádicamente gasterópodos y lamelibranquios; se encuentra algunas lumaquelas de ostreas. Aproximadamente las capas fosilíferas representan el 16% del espesor del segmento (cf. fig. 16).

Consideraciones bioestratigráficas. Las capas arcilloso-arenosas del segmento A suministraron *Colombiceras riedelii* CANTU-CHAPA? *Colombiceras alexandrinum* (D'ORBIGNY); en la parte baja del segmento, en el Alto San Pedro (cf. mapa, frente a Tinjacá), se colectó un ejemplar de *Eodouvilleiceras* sp. nov.; dichas formas corresponderían al Aptiano superior, tal como fue considerado por BÜRGL (1954 a) para la región de Tinjacá, advirtiendo que en las citas de tal autor (op. cit., pp. 17-18) los ejemplares no fueron recogidos con la precisión estratigráfica establecida en el presente trabajo. Del segmento B se colectó *Colombiceras obliquum* (RIEDEL) y del segmento D ? *Rhytidoplites* sp. ind.; con base en estas formas se asigna estas capas al Albiano. Los lamelibranquios en general corresponden a *Yaadia*, *Pterotrigonia*, *Cucullaea*, *Pholadomia*, etc. (ver fig. 7).

Análisis facial general. Respecto del conjunto infrayacente, eminentemente arcillolítico, el segmento inferior A destaca tanto por su contenido arenoso como por el aumento en la riqueza de moluscos; estos caracteres indican el progresivo establecimiento de la zona nerítica, la cual quedó claramente definida como tal durante la sedimentación de las capas calcáreas (segmento B), en que hubo sistemas de agitación que favorecieron el aireamiento del fondo y el desarrollo de vida bentónica abundante. A partir del segmento arenoso C, hubo constantes aportes detríticos manifiestos como bolsadas de arena cuarzosa de granos visibles a simple vista y lechos de carbón (cf. SCHEIBE, 1938, p. 22). Intermitentemente hubo fondo agitado e inestable como lo atestiguan la presencia de ondulitas de interferencia y de hojuelas de muscovita concentradas a veces y generalmente no paralelas a los planos de estratificación (cf. SHROCK, 1948). El análisis gráfico de las capas fosilíferas (fig. 8) en el segmento D muestra la presencia relativamente frecuente de capas con fósiles pequeños en contraposición al segmento B, en que los fósiles en general presentan mayor tamaño.

En resumen, estos sedimentos se habrían acumulado sobre una plataforma progresivamente más móvil. Es viable pensar entonces que el nivel arcillolítico infrayacente a esta formación representa simplemente un momento en la fase oscilatoria de esta plataforma sin ameritar más valor que los otros niveles como lo atestiguarían asimismo los depósitos de yeso infrayacentes al mismo.

B) Conjunto lutítico oscuro (Formación San Gil Superior)

Aflora en el flanco occidental del Anticlinal de Oiba; en la región meridional del Sinclinal de Leiva-Ráquira, y se extiende como franja que enrumba paralelamente al flanco oriental del Anticlinal de Arca-

buco. Se estudió de acuerdo con la poligonal Sáchica-Puente Samacá, entre el punto 24b y la estación E36; se hizo referencia igualmente a la sección Tinjacá-Chiquinquirá. Espesor aproximado 620 m. (figura 9).

Segmento A. — Comprendido entre los puntos 24b-29a. Con 230 m. de espesor; es un conjunto lutítico en el que son frecuentes las intercalaciones de arenisca o caliza; se contó 24 capas visibles de arenisca, con espesor promedio de 85.50 cms., que representan el 9.65% del espesor del segmento. En espesor el 10% de este segmento es fosilífero, siendo los fósiles especialmente gasterópodos y lamelibranquios. Caracteres

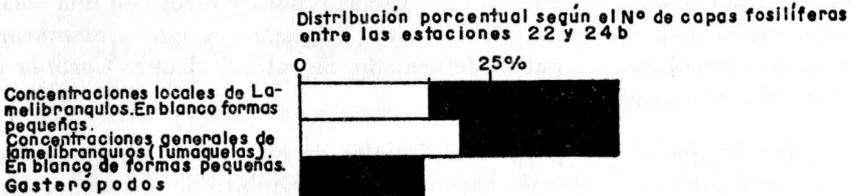
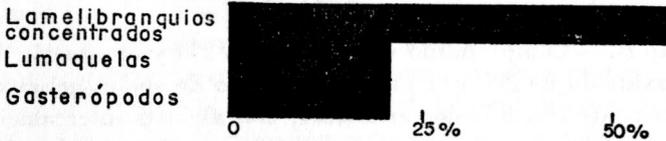


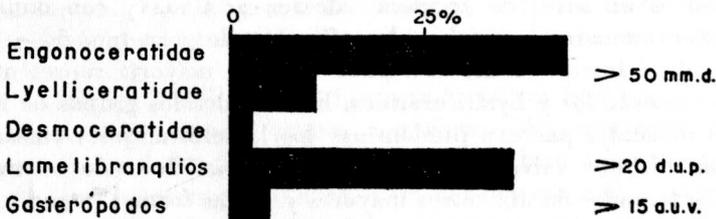
Figura 8



Distribución porcentual según el N° de capas fosilíferas entre las estaciones 24b - 29a

Figura 10

ANÁLISIS TAXONÓMICO DEL NIVEL 8



Análisis sobre 72 ejemplares

Figura 11

análogos a los mencionados anteriormente se observa en la sección Tinjacá-Chiquinquirá (véase BÜRGL, 1954 a, fig. 3, exc. banco superior de areniscas).

Análisis tafonómico. Los lamelibranquios suelen encontrarse especialmente como fragmentos y muy dispersos. Las intercalaciones calcáreas suelen ser fosilíferas, las arenosas a veces y las lutíticas raras veces (figura 10). Una muestra (VL, 16-1) suministró lamelibranquios pequeños, de los cuales se observó solamente una valva y cuyo diámetro umbopaleal no sobrepasaba los 10 mm.; otra muestra (VL, 15-1) suministró lamelibranquios cuyo diámetro umbopaleal máximo medido fue 48 mm.; se encontró algunos con sus valvas unidas y otros con una sola, cuya concavidad se dirigía hacia abajo (Trigonias) y que presentaron generalmente el margen paleal deformado. Se colectó algunas *Corbula* y *Turritella* comprimidas.

Análisis facial. Los caracteres faciales de estas rocas en que suele observarse piritita y muscovita hacen pensar en ámbito de sedimentación con poca aireación en el fondo, reductor (coloración oscura), con épocas intermitentes de aireación favorables a la vida bentónica. Este segmento representa igualmente el cambio gradual en las condiciones de sedimentación respecto a la formación infrayacente.

Segmento B. — Comprendido entre el punto 29a y la estación E 36. Espesor aproximado de 390 m.; predominio neto de shales grises oscuros, frecuentemente con nódulos arcillosos; con algunas intercalaciones visibles de calcarenitas: cuatro en total, con espesor promedio de 1.55 m., que representan el 4.07% del espesor del segmento. Once capas de arenisca a veces conglomerática con espesor promedio de 135.90 m., que representan el 9.38% del espesor del segmento. En total las capas fosilíferas representan el 3% del espesor del segmento. En las arcillolitas se reconoce a veces la presencia de fósiles, especialmente amonitas.

Observaciones generales. De especial interés en este segmento de la sección es un nivel de arenisca calcárea acuñada y con ondulitas que contiene numerosos cefalópodos (fig. 11) de gran tamaño —hasta 160 mm. de diámetro en los recogidos—, en su mayoría representados por Engonocerátidos y Lyellicerátidos. Entre todos los grupos de invertebrados presentes parecen predominar los lamelibranquios en su mayoría con solo una valva, pero para el análisis gráfico solo se tuvo en cuenta los tamaños de diámetros mayores y no las formas pequeñas por la dificultad de extracción.

El caso de los Engonocerátidos es muy interesante, puesto que MAHMOUD (1955, p. 29), después de estudiar la distribución mundial

del taxón y su relación con la litología, señala que éstos indicarían medio epicontinental marino, relativamente tranquilo. El hecho notable de que en esta sección los Engonocerátidos encontrados sean en su mayoría formas de gran tamaño podría indicar selección por transporte o movimiento continuo del agua, hecho que se apoyaría en que de los lamelibranquios se encuentra usualmente una sola valva; sin embargo, las formas pequeñas de lamelibranquios son frecuentes, lo cual sin excluir la agitación o el transporte parece apoyar también la sugerencia de MAHMOUD acerca de que las larvas de Engonocerátidos tuviesen régimen planctónico, y de allí su amplia distribución geográfica.

El estudio detallado de esta sección muestra como suele ocurrir paso gradual de arcillolitas arenosas a areniscas de grano fino, y de éstas a su vez a areniscas de grano grueso. Ocurre lo mismo con las calcarenitas, las cuales suelen ser detríticas finas hacia su base y a veces en su parte alta llegan a constituir verdaderas lumaquelas.

Consideraciones bioestratigráficas. De la capa calcáreo-arenosa (nivel 8) se colectó: *Knemiceras semicostatum* SOMMERMEIER; *Engonoceras* cf. gr. *E. gibbosum*; cf. *Parengonoceras guadalupaeforme* (SOMMERMEIER); *Lyelliceras pseudolyelli* sensu BENAVIDES CÁCERES (non PAR. & BON.); *Platinknemiceras* sp. nov.; Cf. *Desmoceras chimuense* BENAVIDES CÁCERES. Los fósiles de dicho conjunto han sido considerados del Albiano medio (Mésoalbien basal, BREISTROFFER, 1952). Arriba de las formas anteriores se colectó *Prolyelliceras prorsocurvatum* (GERHARDT), forma que había sido considerada del Albiano inferior, pero aquí no cabe duda de que su distribución vertical es mucho más amplia. De esta misma localidad probablemente proviene el ejemplar figurado por RIEDEL (1938, lám. 9, figs. 3, 4). BÜRGL (1954 a, lám. 3), consideró toda esta formación perteneciente al Albiano inferior; sin embargo, el nivel de arenisca de 220 m. que señaló en su columna fue mal correlacionado; la cita incierta de *Oxytropidoceras* de las areniscas indicaría edad albiana para parte de la unidad suprayacente, concordando en parte con la edad dada por el presente autor. Respecto a las capas inferiores de esta formación, mencionó BÜRGL en su columna: *Trigonia hondaana*, *Cardita* cf. *neocomiensis*, *Nododelphinula*, *Natica praelonga*.

Análisis facial general. Las características litológicas de estas rocas señalan ámbito sedimentario con restricción progresiva en cuanto a aireación del fondo se refiere, produciéndose condiciones reductoras que cesaron intermitentemente para dar margen a vida bentónica. Hacia el tiempo de sedimentación del segmento superior de la Formación ceden las condiciones anteriores y comienza a esbozarse especialmente hacia el oriente, la influencia de una zona fuente de clásticos cuarcíticos,

cuya manifestación más clara se dará en la Formación suprayacente. Esta Formación habría sedimentado preferencialmente en un mar de plataforma.

GRUPO CHURUVITA { B) Formación San Rafael;
A) Formación Churuvita.

A) *Conjunto alternante arenoso-calcáreo (F. Churuvita)*

Esta nueva formación propuesta aflora en el flanco occidental del Anticlinal de Oiba y forma el contrafuerte meridional del Sinclinal de Leiva-Ráquira, cubriendo los vértices noroccidental y suroccidental de las hojas Leiva y Ráquira, respectivamente. Al oriente se extiende constituyendo ancha franja replegada que corre paralela al rumbo general del Anticlinal de Arcabuco. Se estudió un espesor total de 323 m., según la poligonal Sáchica-Puente Samacá, entre la estación E 36 y el punto 43a; de allí hasta la estación 45 restan aproximadamente 60 m. (figura 12).

Segmento A. — Comprendido entre la estación E 36 y el punto 38a. Aproximadamente 100 m. de espesor; areniscas grises, cuarzosas, muscovíticas, con tamaño de grano fino, estratificadas en bancos gruesos, en algunos de los cuales puede observarse estratificación cruzada. Se contó 24 bancos de areniscas con espesor promedio de 1.78 m., que representan el 50.55% del espesor del segmento; 7 capas calcáreas con espesor promedio de 14.28 cms., las cuales representan el 1.18% del espesor del segmento; las capas restantes son intercalaciones arcillolíticas o limolíticas; las capas fosilíferas representan aquí el 7% del total. En esta parte de la sucesión ocurren pasos graduales de areniscas a arcillolitas con fragmentos de *Exogyra*. Atendiendo a los caracteres de estas capas se puede pensar en condiciones epineríticas de formación.

Segmento B. — Comprendido entre los puntos 38a-40a. Con 73 m. de espesor; alternancia de bancos lumaquélicos calcáreos a calcáreo-arcillosos, y lutitas o areniscas en estratificación gruesa, con grano angular a subangular; suelen contener hojuelas de muscovita. Las lutitas (limolitas y arcillolitas) contienen frecuentemente numerosos nódulos arcillosos que no sobrepasan los 5 cms. de diámetro. Las areniscas se presentan en 19 bancos de 91.56 cms. de espesor promedio y representan el 19.94% del espesor del segmento; los bancos lumaquélicos con espesor promedio de 71.44 cms. constituyen el 26.25% del espesor del segmento y constan esencialmente de *Exogyra* (gr. *E. squamata*), aunque existen bancos repletos de ostreas; las capas con restos de lamelibranquios constituyen el 37% del total del espesor de este segmento.

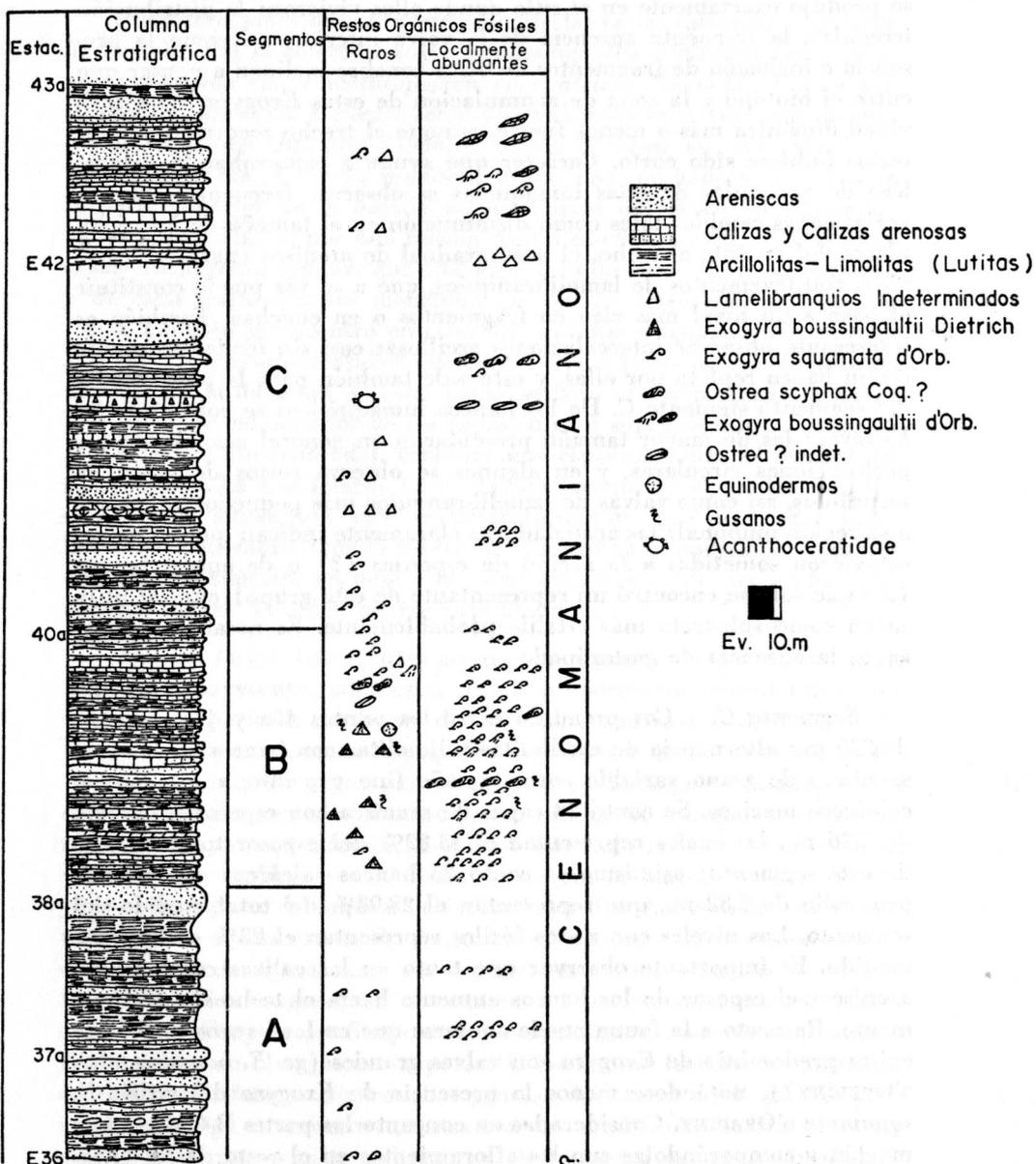


Figura 12

Análisis tafonómico. La disposición de los lamelibranquios indica que su acumulación —exceptuando acaso los bancos de ostreas— no se produjo exactamente en el sitio donde ellos vivieron: la distribución irregular, la frecuente ausencia de la valva inferior, así como la presencia e inclusión de fragmentos de otras conchas inclinan a pensar que entre el biotopo y la zona de acumulación de estas *Exogyra* hubo actividad dinámica más o menos fuerte, aunque el trecho recorrido por los restos hubiese sido corto. Carácter que ayuda a comprobar la naturaleza de agregados de estas lumaquelas es observar frecuentemente en varias capas cambios tales como disminución en el tamaño de los ejemplares del yacente al techo, el paso gradual de arenisca cuarzosa a arenisca con fragmentos de lamelibranquios, que a su vez puede constituir el paso a un nivel más rico en fragmentos o en conchas. También es interesante observar intercalaciones arcillosas casi sin fósiles en medio de un banco repleto por ellas, y esto vale también para la parte media del segmento siguiente C. De los bancos lumaquéllicos se colectó varias *Exogyra*: las de mayor tamaño presentaron en general acanaladuras y perforaciones circulares, y en algunas se observa restos de tubos de serpúlidos, así como valvas de lamelibranquios más pequeños adheridos a su región umbonal; las acanaladuras claramente indican que las valvas estuvieron sometidas a la acción de esponjas (?) o de equinodermos (aunque sólo se encontró un representante de este grupo) que las utilizaron como substrato más estable probablemente. Es notable en estas capas la ausencia de gasterópodos.

Segmento C. — Comprendido entre los puntos 40a y 43a. Espesor de 225 m.; alternancia de arcillolitas y limolitas con bancos macizos de areniscas de grano variable entre tamaño fino y medio, y con bancos calcáreos macizos. Se contó 28 capas de arenisca con espesor promedio de 2.26 m., las cuales representan el 43.82% del espesor total medido de este segmento; asimismo se contó 23 bancos calcáreos con espesor promedio de 1.82 m., que representan el 28.98% del total medido del segmento. Los niveles con restos fósiles representan el 23% del espesor medido. Es importante observar que tanto en las calizas como en las areniscas el espesor de los bancos aumenta hacia el techo de este segmento. Respecto a la fauna puede anotarse que en los bancos fosilíferos existe predominio de *Exogyra* con valvas grandes (gr. *E. boussingaultii* D'ORBIGNY?), notándose menos la presencia de *Exogyra* del grupo *E. squamata* D'ORBIGNY. Consideradas en conjunto las partes B-C de la formación y comparándolas con los afloramientos en el resto de las hojas cartografiadas, se observa que tanto hacia el occidente como hacia el suroriente aumenta el contenido arenoso (véase JULIVERT, 1958, fig. 3); además, hacia el norte el número de bancos lumaquéllicos parece redu-

cirse considerablemente, dando a éstos la forma de lentejón (RENZONI, in litt.).

Consideraciones bioestratigráficas. De las capas calcáreas a lo largo de la poligonal se colectó *Exogyra boussingaultii* DIETRICH (non D'ORBIGNY), *Ostrea* sp., *Plicatulopecten concentricus* BRÜGGEN, *Ostrea* aff. *O. syphax* COQUAND, ? *Pecten tenouklensis* COQUAND. Al occidente de esta región menciona DIETRICH (1938, p. 85-89) *Neitheia* sp., *Exogyra boussingaultii* D'ORB., *Exogyra squamata* D'ORBIGNY, de bancos de caliza en la parte superior de la bajada de los Cerros del Moro en el camino Saboyá-Jesús María; por esta misma región EUGSTER (1922, p. 254) mencionó *Alectryonia syphax*, que DIETRICH estudió como *Ostraea (Lopha)*, y de estas mismas capas menciona (p. 86-87) *Plicatula* cf. *placunea* LAM.; también se encontró en ellas un equinido asignado por BEURLEN a la familia Phymosomatidae (1938, p. 129). A pesar de los lamelibranquios, para la datación de estas capas se tuvo en cuenta especialmente las faunas de cefalópodos de las capas infra y suprayacentes asignándose a la F. Churuvita edad cenomaniense especialmente. Al sureste del Convento de La Candelaria, C. E. Acosta recogió un ejemplar de *Venezoliceras*, situándose éste estratigráficamente probablemente hacia la base del miembro A de la formación Churuvita, y podría considerarse del Albiano superior en base a la asignación hasta hoy día hecha a tal género, aunque también ocurre más abajo.

Análisis facial. Los aportes arenosos esbozados en el conjunto arcilolítico infrayacente, adquieren ahora proporciones considerables señalando la aparición de fuente de materiales clásticos (situada al E?). Ya se vio cómo las rocas lumaquéllicas arcillosas constituyen un lentejón, cuyo máximo espesor parece situarse en la zona estudiada, y que corresponde a materiales transportados aunque el transporte necesariamente no haya sido extenso. El mayor contenido arenoso hacia el occidente puede explicarse si se tiene en cuenta la mayor resistencia que para el transporte ofrecieron "clásticos" del tipo *Exogyra* frente a clásticos, tales como la arena. En conjunto, el segmento A solo aparece con algunos bancos de ostreas y sus sedimentos arenosos apenas contienen fragmentos de *Exogyra*; en el segmento B se reconoce bancos lumaquéllicos de *Exogyra* gr. *E. squamata*, especialmente, con escasos bancos de ostreas, y en el segmento superior C los bancos fosilíferos contienen especialmente formas con conchas gruesas diferentes de *E.* gr. *E. squamata*. Se colige entonces relaciones con las condiciones batimétricas en que se acumularon tales sedimentos, de menor a mayor profundidad, habiendo sufrido el segmento B régimen definitivamente oscilante y representando el segmento superior la última manifestación en conexión con la fuente de materiales detríticos.

B) Formación San Rafael

A. Conjunto de shales grises con bancos calcáreos hacia la base.

Aparece al oriente del Anticlinal de Arcabuco; constituye el núcleo del Sinclinal de Churuvita (fig. 18). Debido a los repliegues que afectan a este conjunto, no se manifiesta de modo perfectamente comprensible por la carretera, por lo cual se estudió dos secciones: en la quebrada Aposentos y en la quebrada que nace al sur del Chircal San Rafael (Localidad Tipo), al nororiente y suroriental del afloramiento por la carretera respectivamente (fig. 13).

Sección por la quebrada Aposentos. Segmento inferior A (aproximadamente 17 m.); consta de intercalaciones calcáreas delgadas y arrosariadas, como paso gradual al conjunto calcáreo-arenoso infrayacente. Segmento superior (B); está constituido casi exclusivamente por shales (± 45 m.).

Análisis tafonómico. El segmento inferior contiene concreciones calcáreas, observadas especialmente por la carretera, al oriente de las estaciones 49 y 50, alcanzando algunas hasta 80 cms. de diámetro máximo. Es común el hallazgo de amonitas grandes (*Coilopoceras*), siempre dispuestas paralelamente a los planos de estratificación, y cuya forma afecta el paralelismo de las capas que les superyacen indicando que la sedimentación de tales capas debió ocurrir más o menos rápidamente. En algunas concreciones grandes pudo observarse que estaban constituidas por numerosas capas concéntricas y que dentro de las concreciones los fósiles estaban distribuidos irregularmente hacia los márgenes, aunque a veces aparecieron concentrados; esto pudo deberse al crecimiento rápido de las concreciones que abarcaron así formas acumuladas cerca del foco de concentración calcárea. Otro caso de interés observado en concreciones de hasta 20 cms. de diámetro máximo fue el de numerosas formas pequeñas de *Hoplitoides*, acumuladas alrededor de una forma grande como si ésta hubiese servido de "dique" al movimiento por corrientes de las formas pequeñas; este mismo fenómeno se observó para valvas pequeñas de lamelibranquios (*Inoceramus?*) con diámetro umbopaleal máximo de 11.5 mm. En las concreciones grandes (80 cms. de diámetro máximo) también fue notable ver en algunas formas adultas de *Hoplitoides* (70 mm. de diámetro) las vueltas internas reemplazadas por calcita, bien conservadas, mientras que sus cámaras de habitación aparecieron aplastadas y resquebrajadas por efecto de diagénesis. Aunque en las capas calcáreas se encontró valvas y fragmentos de conchas de lamelibranquios (*Inoceramus?*) parece que el tamaño de los

mismos es mayor en los niveles lutíticos. Al estudiar la abundancia de fósiles en diversos sitios, el afloramiento por la carretera apareció muy rico, esto en parte debido a la duplicación que sufren, por causa de repliegues, algunos niveles con concreciones. El análisis realizado sobre los ejemplares que se logró extraer de 15 concreciones y cuyo diámetro sobrepasó los 25 mm, se aprecia gráficamente (fig. 14); tal figura da idea bastante clara aunque aproximada de la relación faunística en la oritocenos: el predominio del género *Hoplitoides* es neto; ocurren también a veces concentraciones locales de formas pertenecientes a la subfamilia *Mammitinae*.

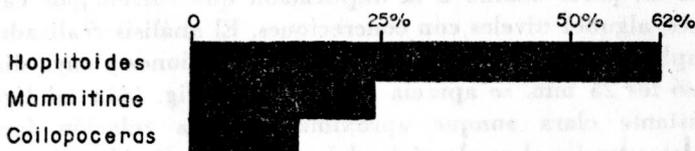
Consideraciones bioestratigráficas. De las capas inferiores calcáreas y de las concreciones de la parte basal se colectó: *Hoplitoides* cf. *H. ingens* (VON KOENEN); cf. *Hoplitoides crassicostatus* REYMENT; cf. *Coilopoceras lesseli* BRÜGGEN; *Mammintes* aff. *M. afer* PERVINQUIERE; *Paramammites* cf. *P. gracilis* (PERVINQUIERE); *Yubariceras?* sp. J. ROYO Y GÓMEZ (1940, p. 211) citó del "Horizonte de la Frontera" en Albán (Cundinamarca), una asociación cuyos integrantes, desde el punto de vista genérico, coinciden con los citados anteriormente, y a los cuales tal autor atribuyó edad turoniana.

Análisis facial. El ámbito de sedimentación de las capas inferiores de este segmento tuvo relativa agitación del fondo; en contraste las capas arcillolíticas superyacentes (shales) más ricas en impresiones de *Inoceramus* e impresiones de cefalópodos hablan en favor de un medio mucho más tranquilo y con substrato blando. En general este segmento refleja circunstancias análogas a las del "nivel de nódulos huecos", esto es, después de una fase oscilante (durante la acumulación de la F. Churuvita) viene progresivamente una fase de atenuación de estas condiciones.

B. *Limolitas silíceas.*

Afloran junto con la parte A infrayacente y forman además franja delgada alrededor del flanco oriental del Anticlinal de Vélez-Casablanca. Su mejor afloramiento se halla detrás del Chircal San Rafael, donde fue medido así: dos conjuntos de capas silíceo-limolíticas con 7 y 3 m. de espesor, respectivamente, separados por 4 m. de shales grises oscuros. La estratificación de las capas limolíticas oscila entre 3-20 cms.; son silíceas especialmente en puntos determinados. Tanto en el conjunto

CERCA A LA QUEBRADA DE CHURUVITA



Análisis taxonómico en base a 29 ejemplares sacados de 15 nódulos rotos en la zona de repliegues del conito por la carretera, antes del puente sobre la quebrada Churuvita; ind. con $d \approx 25$ mm.

Figura 14

inferior como en el superior suele encontrarse amonitas aplastadas (*Hoplitoides?*). Por su posición inmediatamente arriba de capas consideradas turonianas se prolonga tal edad a estas capas; sin embargo, mayor precisión bioestratigráfica así como significación ambiental es difícil establecer por ahora.

FORMACION CONEJO (RENZONI, in litt.)

}	C) Areniscas y Calizas;
	B) Miembro Cucaita;
	A) Shales negros.

A) *Shales negros con intercalaciones de bancos de limolitas o de areniscas de grano fino*

Aparecen sumamente replegados; constituyen la parte más destacada en cuanto a magnitud de afloramiento del flanco oriental del Sinclinal de Samacá. No existe localidad alguna donde pueda estudiarse con precisión sus caracteres litológicos. La apreciación general transluce alternancia de shales oscuros con bancos de areniscas finas o de limolitas en capas delgadas de 5-20 cms. de espesor; en las lutitas suele encontrarse concentraciones de lamelibranchios con valvas delgadas. Espesor aproximado 80 m. (fig. 13).

B) *Miembro Cucaita*

Nombre nuevo propuesto para capas que constituyen el núcleo del Anticlinal de Cucaita; aflora también al nororiente del Corregimiento de Sora y al sur en la localidad Capilla y Escuela Cerrito; se estudió especialmente de acuerdo con los afloramientos por la carretera Cucaita-Tunja, entre las estaciones 6-9 (fig. 13).

Segmento A. — Con 70 m. de espesor, integrado por tres paquetes calcáreo-arenosos, acuñados y con grandes concreciones calcáreas fosilíferas que a veces presentan amonitas con sus cámaras repletas de aceite. Tales paquetes calcáreos están separados por arcillolitas o shales con fisibilidad variable, generalmente nodulosos.

Segmento B. — Con 100 metros aproximadamente de espesor. Constituido por arcillolitas que progresivamente hacia arriba se hacen macizas con aumento del contenido arenoso y micáceo. El cambio entre el segmento interior A y el segmento superior B es progresivo. Las últimas manifestaciones fosilíferas observadas ocurren arriba de los bancos calcáreos superiores y las constituyen amonitas aplastadas, insectos, escamas de peces y vestigios de vegetales.

Observaciones tafonómicas. Aunque los fósiles mencionados en la columna estratigráfica fueron coleccionados in situ, numerosos ejemplares fueron encontrados, sin embargo, sueltos, por lo cual no se intentó análisis gráfico. Parecen predominar en su orden las subfamilias de cefalópodos *Peroniceratinae* y *Texanitinae*, seguidas por *Barroisiceratinae* y *Baculitinae*. De las muestras recogidas en los paquetes calcáreos con concreciones se desprenden algunas observaciones de interés: los bancos calcáreos suelen contener concentraciones esporádicas de lamelibranquios, especialmente *Exogyra* y cefalópodos pequeños; en algunas concreciones elípticas de hasta 80 cms. de diámetro máximo se observaron acumulaciones de *Peroniceras* con algún ejemplar de hasta 158 mm. de diámetro; varios ejemplares aparecen rotos por diagénesis pero en algunos puntos de la concreción se observó acumulaciones de fragmentos de *Peroniceras*, no atribuibles aparentemente a diagénesis. Algunas concreciones presentaron restos bien conservados de peces; en algunas otras se observó la presencia de *Baculites*, de los cuales los mayores mostraron disposición paralela. De especial interés fue el hallazgo de lamelibranquios (*Inoceramus?*) en una concreción y alrededor de un ejemplar de *Protexanites cañaense* en posición tal que da idea de disposición tendiente a equilibrar corrientes como lo muestra SEILACHER (1963).

Consideraciones bioestratigráficas. En las capas con concreciones se reconoció por lo menos dos porciones bioestratigráficamente definidas. En la parte inferior se colectó: *Protexanites cañaense* (GERHARDT), *Forresteria* (*Forresteria*) cf. *F. allaudi* (BLT.), *Barroisicerias rhombifera* (GERHARDT), *Forresteria* (*F.*) n. sp., *Prionocycloceras longispinata* (BASE). En la parte superior se colectó: *Prionocycloceras?* aff. *P. lenti* (GERHARDT), *Baculites* cf. *B. boulei*, *Peroniceras* aff. *P. czörnigi* GROSSOUVRE; *Peroniceras* aff. *P. rousseauxi* GROSS. Considerados en con-

junto los fósiles mencionados permiten asignar a estas capas edad coniaciana. Fauna análoga es mencionada por BÜRGL (1954 b), de capas con litología semejante denominadas "Nivel de Ruedas de Carreta" en la región de Nariño (Dpto. Cundinamarca).

Análisis facial general. Desde el punto de vista estrictamente litológico los acuñamientos y formación de grandes concreciones sería simple reflejo del carácter impuro de las calizas (Dunbar, 1957, p. 99). La vista de conjunto acerca de los segmentos A y B transluce progresivo incremento arenoso que culmina en el conjunto superior caracterizado por la presencia de areniscas y pobre en contenido fosilífero. Las acumulaciones irregulares de fósiles, así como de fragmentos indicarían transporte o condiciones marinas con relativa agitación. La distribución de algunos lamelibranquios respecto a cefalópodos (un caso) evidentemente parece indicar que hubo vida bentónica localmente. El color oscuro de los shales a veces mal laminados habla en favor de condiciones marinas intermitentemente reductoras. Progresivamente en el tiempo se manifiesta de manera neta mayor influencia de detríticos arenosos que habrían de repercutir probablemente en la movilidad del fondo marino y en la fauna asociada; obsérvese que antes de la aparición del primer banco de areniscas del conjunto siguiente, destaca la presencia de restos fósiles de insectos, en concentraciones locales muy ricas, lo cual en parte corrobora la idea de una zona de sedimentación no muy profunda.

C) *Areniscas cuarzosas y calizas superiores*

Afloran al oriente de los Corregimientos de Sora y Cucaita; sus expresiones morfológicas más destacadas son los varios pliegues definidos por la arenisca de la base del conjunto y las cornisas que esta misma arenisca determina, por ejemplo la Cuchilla de las Cruces al oriente de Cucaita. Se estudió parcialmente a lo largo de la carretera Cucaita-Tuzja, especialmente entre las estaciones E3-E4. Aproximadamente 120 de espesor.

Se inicia la sucesión con un banco de arenisca cuarzosa de aproximadamente 6 m. de espesor, de grano medio subangular, con algo de cemento calcáreo; presenta materia orgánica en hilillos que aumentan del yacente al techo del banco. Hacia arriba siguen shales e intercalaciones de areniscas y calizas. En porcentaje el contenido de arenisca representa aproximadamente el 19% del espesor, mientras que las calizas únicamente el 3%. Las intercalaciones calcáreas son arenosas y aparecen frecuentemente piritizadas; en ellas puede observarse algunas

pequeñas *Exogyra*. Los niveles lutíticos son frecuentemente arenosos, variando el contenido una veces hacia la parte alta, otras hacia la parte baja. Hacia el techo del conjunto se reconoce grandes lentejones calcáreos, de los cuales algunos (hallados cerca a las canteras de recebo, carretera Cuacaita-Samacá) son ricos en serpúlidos (*Diploconcha* o *Hamulus*); también contienen gasterópodos y ostras, especialmente. Se colectó dos grandes fragmentos de cefalópodos pertenecientes a la especie *Lenticeras baltai* en la cámara de habitación de uno de los cuales, y en los materiales que los rodeaban se encontró foraminíferos planctónicos y ostrácodos. Algunas veces los serpúlidos aparecen concentrados y orientados con sus ejes longitudinales aproximadamente paralelos; asimismo los lamelibranquios pueden encontrarse concentrados localmente o como valvas distribuidas irregularmente. Los lentejones estudiados en los cerros al nororiente del Corregimiento de Sora aparecieron estériles.

Consideraciones bioestratigráficas. Con base en los *Lenticeras baltai* LISSON, hallados, y por comparación con Venezuela y el Perú, se considera estas capas pertenecientes al Santoniano.

Análisis facial. Estas capas representan los extremos occidentales de la franja arenosa (Arenisca Dura, ver adelante) que se extiende ampliamente al suroriente de esta región; sus condiciones ambientales de formación deben representar las de la zona de empalme entre una región al oriente con sedimentación eminentemente detrítica y con fauna bentónica pobre, a causa de la inestabilidad probable del substrato marino, y de otra parte al occidente más rica en contenido faunístico.

FORMACION PLAENERS

Nivel superior de limolitas silíceas y porcelanitas

Constituye el límite oriental replegado de la planicie de Samacá y la cornisa más prominente de la región. Aunque sus características litológicas fueron observadas en diferentes puntos, el sitio más adecuado para medir su espesor está donde el carretable que desprende de la carretera Cuacaita-Tunja rumbo a la vereda Pijaos, corta a la quebrada San Joaquín. En dicha localidad el espesor medido fue de 50 m. Son bancos de 5-20 cms. de limolitas silíceas y capas o lentejones irregulares de chert gris; presentan ruptura prismática. En estos bancos se ha observado acumulaciones de foraminíferos, predominantemente *Ortokarsenia* (= *Siphogenerinoides auctorum*), los cuales aparecen bien como bolsadas, bien como tapices en los planos de estratificación aparentando a veces cierta orientación.

Consideraciones bioestratigráficas. El contenido faunístico de estas capas no amerita bases sólidas para la discusión de su edad; la prolongación de este nivel hasta la Sabana de Bogotá, donde ha sido considerado como "Maestrichtiano Inferior", concepto discutido en otro trabajo (ETAYO-SERNA, 1964), era la única base de datación conocida. Sin embargo, los estudios del autor en zonas próximas a Leiva lo inclinan a colocar estas capas aún dentro del Santoniano.

Análisis facial. PETTERS (1955, p. 220, fig. 4) encierra dentro de su "Provincia facial de Bogotá" (Bogotá facies province), el área de Tunja; a dicha provincia asigna la asociación (assemblage) "*Bulimina-Siphogenerinoides*" *, similar a la de la provincia del Valle Superior del Magdalena y postula: "Environment was rather shallow to moderate deep water". Anota luego dicho autor que la presencia de abundantes especímenes y pocas especies indica condiciones anormales, como aguas salobres, y así supone que esta asociación pudo vivir en una bahía cerrada (landlocked embayment). Sin embargo, hasta el momento no parecen existir pruebas que señalen acumulación de esta formación en medio salobre. PETTERS anota asimismo que la asociación mencionada se desarrolla mejor en cherts y otras rocas silíceas extendiéndose hasta las áreas donde los shales silíceos son más abundantes. El autor considera que es a partir del análisis de estas observaciones así como de la presencia de fosforitas en esta formación como debe iniciarse el estudio facial para determinar las condiciones ambientales de acumulación de estos sedimentos.

FORMACIONES INDENOMINADAS

Arenisca del techo de la sucesión estudiada y conjunto arcillolítico limolítico subyacente

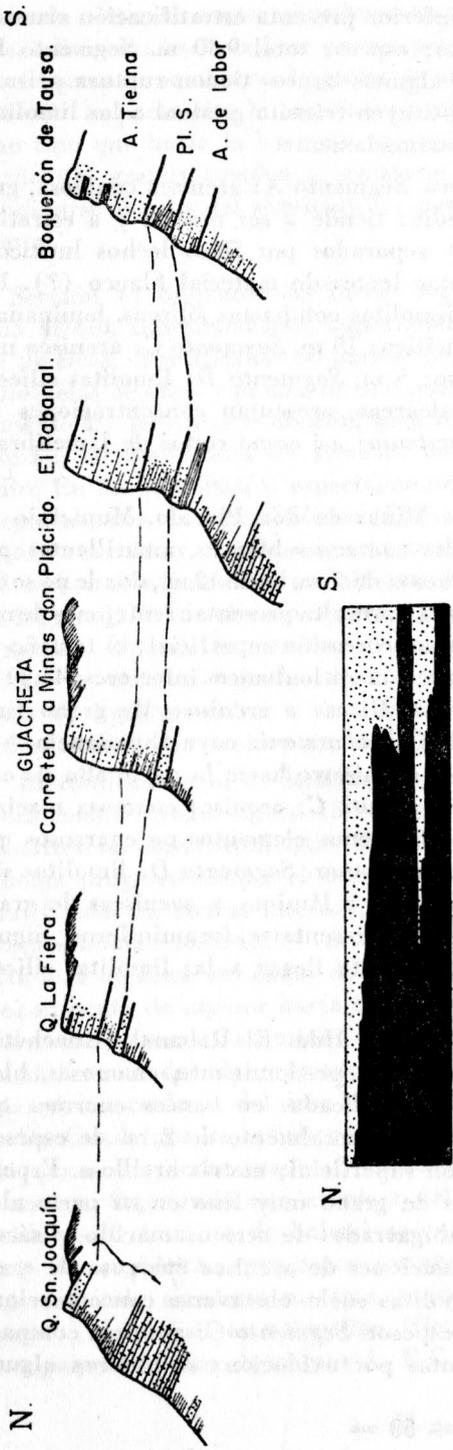
Se extienden aproximadamente como franja que enrumba nortenoriente. Las areniscas constituyen la cornisa más alta observada al oriente del mapa. Para el estudio y comprensión de estas unidades fue preciso un desplazamiento en dirección suroccidente, haciendo una serie de cortes sucesivos paralelos (véase figuras 13 y 15).

Sección I: Cabecera de la quebrada San Joaquín (Cucaita). Segmento A **: arenisca cuarzosa, blanca, amarillenta por oxidación; en

* *Praebulimina-Orthokarstenia*.

** Se invirtió aquí el orden de numeración de los Segmentos, es decir, el A corresponde al superior y el B al inferior, etc. Agradece el autor la colaboración, en esta parte del trabajo (Secciones II-V), a los colegas C. Ospina y E. Matéus.

Cortes paralelos desde las cabeceras de la quebrada Sn. Joaquín hasta el Boquerón de Tausa, para mostrar las variaciones en espesores del "Nivel de Planners Superiores" y de la "A. tierna".



Cambio de facies deducido del cuadro superior.

CONVENCIONES

-  Arcillas y lechos de carbón.
-  Areniscas.
-  Limolitas arcillosas.
-  Limolitas silíceas.

Figura 15

bancos de 2 m.; hacia la parte inferior presenta estratificación cruzada de gran magnitud; grano grueso; espesor total 9.30 m. *Segmento B*: arcillolitas arenosas a limolitas; algunos bancos tienen ruptura prismática; hacia su parte inferior constituyen tránsito gradual a las limolitas silíceas infrayacentes; 50 m. aproximadamente.

Sección II: Quebrada la Fiera. *Segmento A*: arenisca cuarzosa, grano generalmente de tamaño medio; tiende a ser maciza y a estratificarse en bancos gruesos (2 m.) separados por finos lechos lutíticos; hacia la parte alta suele presentar lentes de material blanco (?). Espesor total 25 m. *Segmento B*: limolitas compactas silíceas, laminadas; tienden a romper en forma prismática; 15 m. *Segmento C*: arenisca maciza gris, cuarzosa, de grano fino; 5 m. *Segmento D*: limolitas silíceas gris oscuras, compactas, algo calcáreas, presentan concentraciones locales de foraminíferos (*Orthokarstenia*) así como restos de lamelibranquios. Espesor no medido.

Sección III: Carretera a las Minas de don Plácido, Municipio de Guachetá. *Segmento A*: areniscas cuarzosas blancas, amarillentas por oxidación, macizas, en bancos gruesos de 2 m. hasta 12 m., donde no se define bien la estratificación; hacia la parte alta presentan lentejones de material blanco e igualmente presentan corrosión superficial; el tamaño de los granos es medio aunque disminuye hacia los bancos inferiores; 41.20 m. de espesor. *Segmento B*: limolitas silíceas a areniscas de grano fino, rompen en prismas; presencia de *Orthokarstenia* cuya abundancia — en forma de acumulaciones locales — disminuye hacia la parte alta de este segmento; 24.30 m. de espesor. *Segmento C*: arenisca cuarzosa maciza; grano de tamaño medio a fino, con menos elementos no cuarzosos que las areniscas superiores; 6.80 m. de espesor. *Segmento D*: limolitas silíceas que tienden a romper en prismas o láminas, y areniscas de grano fino en alternancia; a veces suelen presentarse foraminíferos. Siguen hacia abajo limolitas y arcillolitas hasta llegar a las limolitas silíceas (Plaeners) (espesor no medido).

Sección IV: Carretera ramal a la Hda. El Rabanal (Guachetá). *Segmento A*: areniscas de grano medio predominante, cuarzosas, blancas cuando no están oxidadas; estratificadas en bancos enormes que tienden a romper en gruesas capas, generalmente de 2 m. de espesor; algunas capas presentan corrosión superficial; matriz arcillosa. Espesor 55.90 m. *Segmento B*: areniscas de grano muy fino en su parte alta; pasan a limolitas o arcillolitas abigarradas de ocre o amarillo grisáceo; suelen presentar algunas intercalaciones de arenisca cuarzosa de grano medio; en las arcillolitas o limolitas suele observarse concentraciones de *Orthokarstenia*; 24.80 m. de espesor. *Segmento C*: arenisca compacta cuarzosa; grano fino; amarillentas por oxidación; se observa algunos

puntos de material negro; constituye banco macizo con poca tendencia a la subdivisión; hacia la base parece poseer ciertas lineaciones oscuras; esporádicamente se observa hojuelas de muscovita; 8 m. de espesor. **Segmento D:** la parte alta la constituyen 10 m. de areniscas cuarzosas de grano fino que hacia la base son más arcillosas y pueden aumentar el tamaño del grano; tienden a separarse en bancos delgados. Podrían considerarse dentro del segmento C; pasan luego a limolitas gris-amarillentas.

Sección V: Boquerón de Tausa. Segmento A: areniscas cuarzosas; grano medio, subredondeado, superficialmente suelen aparecer corroidas; macizas, estratificadas en bancos gruesos de 3-9 m.; suelen presentar hojuelas de mica y puntos de materiales negros; 60.75 m. de espesor. **Segmento B:** limolitas o arcillolitas grises con tendencia a romper en prismas; intercalaciones de arenisca cuarzosa de grano fino, a veces medio. En las limolitas, y especialmente hacia la parte baja aparecen concentraciones de foraminíferos (*Orthokarstenia*); espesor 24 m. **Segmento C:** areniscas cuarzosas; grano medio a fino predominante; bancos de 1-4 m. o más gruesos, especialmente hacia la parte alta donde abundan los restos de vértebras de peces y foraminíferos fosfatizados (*Orthokarstenia*); algunos bancos muestran tendencia a romper en delgadas capitas; se observa hojuelas de muscovita; 20.10 m. de espesor. **Segmento D:** limolitas grises o amarillentas con concentraciones parciales de *Orthokarstenia*; espesor no medido.

El resultado neto de la comparación entre las columnas descritas anteriormente (véase figura 15) es la comprobación del cambio facial que sufren las capas arcillolítico-limolíticas hacia el sur; en tal dirección aumenta progresivamente el tamaño del grano hasta devenir areniscas estratificadas en bancos macizos; además, hacia el sur van presentando enriquecimiento fosfático —vértebras de peces y foraminíferos—. Respecto a la arenisca del techo de la sucesión el carácter más importante es el aumento de espesor hacia el sur y el aumento aparentemente progresivo del contenido en mica (muscovita). Desde el punto de vista regional destacan dos observaciones de mucho interés: en la región Tabio-Chía, al suroccidente del área estudiada y en pleno dominio de la formación Guadalupe de la Sabana de Bogotá, asigna JULIVERT (1962, f. 3) a lo que se ha denominado *Arenisca Tierna* espesor de más o menos 50 metros. Separando esta arenisca del conjunto arenoso inferior (conocido como Arenisca de Labor) se encuentra un nivel de lutitas, areniscas y porcelanitas, cuyo espesor varía entre 10 y 30 m.; luego aparece el paquete de areniscas macizas, cuyo espesor aproximado es de 70 metros. Del análisis estratigráfico (fig. 15) se deduce claramente que estos paquetes y los segmentos A, B-C y D se corresponden y marcan

el cambio de facies progresivo de estas unidades hacia el norte, a saber: disminución del contenido arenoso.

Análisis facial. Hacia el sureste sedimentó una faja arenosa gruesa apenas separada en dos porciones por una faja de materiales mucho más finos (limolitas o arcillolitas); además la porción inferior es hacia el sur más rica en contenido fosfático. Los materiales arenosos probablemente señalan la extensión de una amplia plataforma. Un breve lapso de condiciones particulares y disminución en el tamaño de clásticos ocurrió durante la sedimentación de los llamados "Plaeners Superiores" de la Sabana de Bogotá, correspondiente a los *segmentos B-C*. Tales condiciones de restricción desaparecieron gradualmente hacia el noroccidente de la Sabana como lo muestra el gráfico de cambios de facies; la concepción que en el presente trabajo se tiene de este punto, es de un lapso de encharcamiento somero y no de una cuenca aislada relativamente profunda, idea esta última ya rechazada por otros investigadores (JULIVERT, 1962, p. 19-20).

ANÁLISIS BIOESTRATIGRÁFICO GENERAL DE LA SECUENCIA ESTUDIADA

Dentro de las tendencias modernas de trabajo estratigráfico, es imposible dejar de considerar los procesos operados sobre los restos orgánicos, desde la muerte del organismo hasta su recolección en los yacimientos; estos procesos inciden sobre la distribución de los fósiles y sobre las consideraciones bioestratigráficas. Los estudios tafonómicos realizados en la región de Leiva han permitido conocer, en cierta medida, las condiciones dinámicas de formación de parte de los yacimientos, y a su vez han permitido juzgar el significado bioestratigráfico de la fauna asociada con determinados elementos litológicos, los que solían escogerse como guía *cronoestratigráfica* en vez de ser considerados elementos locales de comparación: por ejemplo, en la Loma de la Yesera el nivel calcáreo barremiano número 4 infrapuesto y suprapuesto por fósiles diferentes ocurre localmente, y los fósiles son frecuentes solo en pocos sitios; en otros casos por efectos de los procesos tafonómicos, en la sucesión se dan condiciones impropias para el establecimiento de límites entre pisos en dos puntos de una misma área; tal el caso del límite Barremiano-Aptiano en las Lomas de la Yesera, Monsalve y Blanca. Para el establecimiento preliminar de límites entre pisos se atendió especialmente a la aparición de conjuntos de fósiles. Se prefirió en cambio denominar algún segmento sin fauna, Barremiano-Aptiano, por ejemplo, antes que establecer un límite arbitrario.

Gráficamente se trató de buscar las relaciones de proporción por espesor, litología y contenido fosilífero entre las diversas formaciones (fig. 16). Se puede apreciar entonces cómo dentro de los detríticos finos

suelen ser más abundantes los fósiles; sin embargo, las formas mejor conservadas se hallan asociadas a concreciones calcáreas; los niveles eminentemente calcáreos pueden ser fosilíferos aunque la conservación no siempre es satisfactoria.

En la tabla 1 se da la lista preliminar de aquellos cefalópodos o grupos de cefalópodos cuya superposición se ha podido definir claramente. La fauna de las capas limolíticas inferiores, compuesta especialmente por *Favrella colombiana* HAAS, y *Subastieria?* sp., difiere de la fauna presente en las lutitas negras que se le superponen, rica en especies de *Olcostephanus*. En base a dichos cefalópodos se considera estas capas del Hauteriviano. BÜRGL (1961, p. 163) señala que con excepción de *Favrella* las amonitas del Hauteriviano de Colombia —en este caso de Leiva— están estrechamente relacionadas con formas de Europa meridional. Es interesante observar, además, que algunas formas de *Olcostephanus* son muy semejantes a las estudiadas por BOESE, de México (1923). Se ha considerado que en el área de Villa de Leiva la fauna barremiana se inicia con la presencia de diversas especies de *Pseudohaploceras* (BÜRGL, 1954 a, p. 14); a ellas se ha podido añadir nuevas formas. Es interesante la relación estrecha entre la fauna del Barremiano de Trinidad y la de Colombia, y especialmente con la de Villa de Leiva. Las especies de *Pseudohaploceras* y la presencia de *Parasaynoceras horridum* en Leiva señalan estrecha relación con México. Para la fauna Aptiana BASSE (1936) señaló el carácter Mediterráneo-Alpino de la de Colombia, en base a formas de Leiva. Algunas formas de las mencionadas para el Albiano, especialmente *Platiknemiceras*, *Lyelliceras*, *Parengonoceras*, *Desmoceras*, *Prollyelliceras* y *Venezoliceras*, establecen estrecha relación con el Perú (BREISTROFFER, 1952); BENAVIDES CÁCERES, 1956) y en menor grado con Venezuela; asimismo señalan reminiscencias con Texas y todas las áreas de distribución de *Knemiceras* (MAHMOUD, 1955) o *Platiknemiceras* (CASEY, 1963).

Los fósiles que han sido considerados Cenomanianos por sus relaciones de Posición respecto a capas con amonitas, recuerdan mucho a la fauna equivalente del Perú (BRÜGGEN, BENAVIDES CÁCERES). La fauna Turoniana del área al oriente de Villa de Leiva ofrece semejanzas con la venezolana, pero en mayor grado con la peruana. Aunque el yacimiento cerca a la quebrada Churuvita no represente toda la fauna Turoniana de Colombia, ni sea el único nivel bioestratigráfico, es adherible el punto de vista de REYMENT (1955, p. 101), cuando compara el Turoniano inferior de Colombia con el del Sur de Nigeria. Géneros comunes entre Villa de Leiva y el Golfo de México se tiene a *Mammites*, *Pseudaspidoceras* y *Paramammites*; asimismo se enlazaría con España, según el recuento hecho por REYMENT (op. cit.).

Gráfico para mostrar las relaciones porcentuales entre litología y fósiles

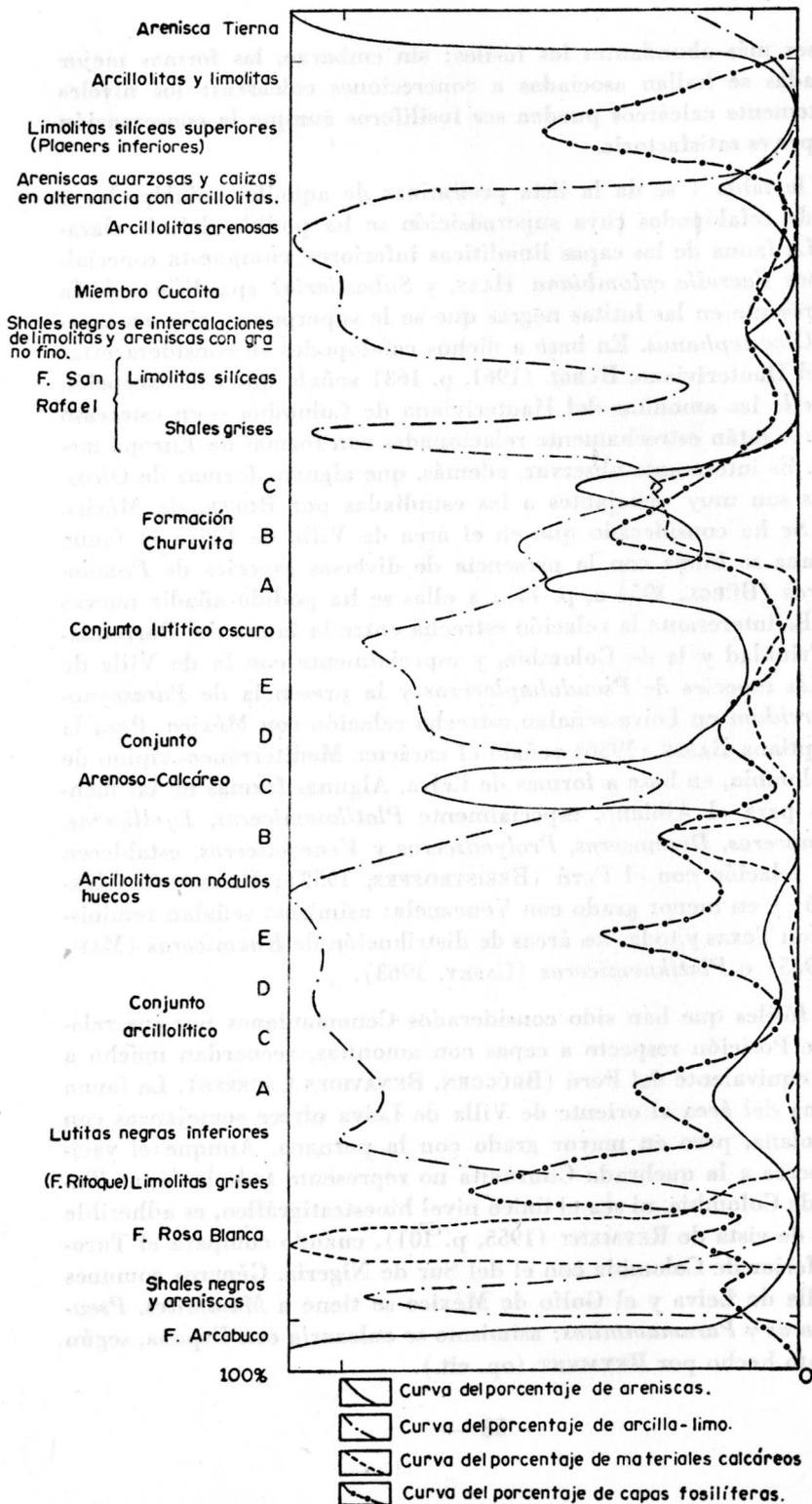


Figura 16

El Coniaciano de la región Sora-Cucaita, próxima a Villa de Leiva, presenta sus mayores afinidades con el venezolano, generalidad señalada para el Coniaciano de Colombia por REYMENT (1958, p. 6). También destaca REYMENT (1955, p. 101) las semejanzas del Coniaciano de Colombia con el de Nigeria. Con el Coniaciano de Texas (YOUNG, 1963, p. 29) se tiene en común los géneros *Prionocycloceras*, *Peroniceras*, *Protexanites*, con especies afines, y del mismo modo ocurre con *Barroisiceras* y *Peroniceras* de México. De singular interés es la relación que existe entre los representantes de *Peroniceras* de Zululand (VAN HOEPEN, 1965) y los del Japón (MATSUMOTO, 1965) con los colombianos; con el Japón se tiene en común además *Prionocycloceras* y *Protexanites*, aunque este último es señalado por MATSUMOTO en un nivel más alto (1959 a, b).

ANÁLISIS FACIAL GENERAL

En el yacente de la sucesión cretácea la superposición de translares señala el avance progresivo del mar sobre una plataforma topográficamente irregular. En el techo, la sucesión rica en carbones (F. Guaduas) tiene tendencias claramente continentales. El rápido aumento en espesor de las unidades hacia el occidente está asociado con subsidencia continua aunque sin grandes variaciones respecto a la profundidad inicial en el mar. La facies de la sucesión lutítica suprayacente a las unidades translapantes (F. La Paja) permite colegir épocas intermitentes de menor comunicación con el mar libre y de movimientos sobre el fondo aparentemente con dirección oriente-occidente. Con cambio transicional respecto a la facies lutítica descrita se desarrolla una facies calcáreo-arenosa rica en moluscos con concha robusta (en la F. Calizas de San Gil), que inducen a pensar en agitación en el ámbito sedimentario correspondiente. Entre la facies descrita y las siguientes (de la F. San Gil Superior) se cambia igualmente de modo gradual, con aumento del carácter lutítico y con indicaciones de que hubo condiciones reductoras durante la sedimentación, que cesaron intermitentemente para dar cabida a vida bentónica. El desarrollo de una facies arenosa (Segmento A, F. Churuvita) seguido por una facies calcáreo-arcillosa con *Exogyra squamata* (segmento B) revela el establecimiento de condiciones de fondo propicias para el desarrollo de un bentos rico en lamelibranchios y equinodermos, amén de la existencia de corrientes activas oriente-occidente que contribuyeron al desarrollo lenticular de los niveles lumaquéllicos; la facies deviene luego calcáreo-arenosa (segmento C) para cambiar a lutítica. La facies lutítico-arenosa subsiguiente con incremento arenoso hacia la parte superior es reflejo de condiciones sedimentarias con algunos momentos de menor comunicación con el mar libre.

Finalmente el advenimiento de facies arcillosa con carbones señala el final de la sedimentación claramente marina. Dos facies peculiares ocurren durante el Cretáceo superior: son facies limolítico-silíceas que parecen advertirnos acerca de cambios en la temperatura de las aguas durante la sedimentación (fig. 17). En resumen, la sedimentación cretácea ocurrió en esta área sobre una plataforma oscilante y en el dominio nerítico, probablemente en una gran ensenada. Por tanto, las concreciones calcáreas presentes en gran parte de la sucesión no se originaron a grandes profundidades como postula WEEKS (1953, 1957) sino a profundidades moderadas, como lo sugirió para Colombia previamente REYMENT (1957).

COMENTARIOS HISTORICO-NOMINALES

Areniscas de Arcabuco (Formación de Arcabuco = Formación Tambor? = F. Los Santos?)

El desarrollo histórico de los diversos conceptos sobre la Arenisca de Arcabuco puede resumirse así: GROSSE (1930, p. 426) usó la expresión "Piso de Areniscas Blancas" al hablar de los cañones del río Arcabuco, al oriente y occidente de Arcabuco. HUBACH (1931, p. 90) emplea la nomenclatura de HETTNER (1892) cuando se refiere a las Areniscas de Arcabuco: "El mejor afloramiento de piso de Girón que se observó es el que está expuesto en la carretera de Tunja a Vélez, en un trayecto que queda abajo de Arcabuco. Aflora allí debajo de los gruesos horizontes de calizas del Villeta (parte inferior) un grueso horizonte de areniscas cuarcíticas que corresponden evidentemente al horizonte de areniscas de Cáqueza. Su espesor pasa de los 100 m., a juzgar por los cortes de la quebrada Pómea. Al suroeste de Arcabuco la arenisca cuarcítica aparece en la región de Leiva y constituye la serranía situada al W. (sic) de la población. Sobre ella se extiende en gran espesor el grupo de Villeta, que abunda en fósiles hacia la parte baja (Aptiano)".

Evidentemente, en el pasaje anterior la serranía a que se refiere HUBACH se sitúa al oriente de la población de Leiva. SCHEIBE (1938, p. 12) trata los "Estratos de Girón de Hettner" y señala (op. cit., p. 15): "En el camino de Tunja a Moniquirá, y en el sendero de Tunja a Leiva abarcan probablemente solo las partes superiores de los estratos de Girón, es decir, el *piso de areniscas blancas* de Grosse (1930, p. 425). Las areniscas en general no son blancas, sino grises o amarillentas; el nombre *Piso de areniscas claras* sería más apropiado"; añade SCHEIBE que GROSSE se aparta de la nomenclatura original de HETTNER, y concluye que es más conveniente incluir las areniscas de Arcabuco prelimi-

narmente en el "piso de Girón", estableciendo la subdivisión del mismo en el "piso de Girón inferior" y "el piso de girón superior (predominando las areniscas grises y a menudo también blancas, amarillentas a rojizas —*Areniscas de Arcabuco*)" (op. cit., p. 15). SCHEIBE (op. cit., p. 12) analiza esta unidad con el encabezamiento "Terreno de cubierta creta-terciario". OPPENHEIM (1940, p. 1617) correlaciona las Areniscas de Arcabuco con las Cuarcitas del Cocuy: "The Cocuy series may well be associated with the 'white sandstones beds' of Grosse, and represent the upper (Cretaceous) part of Hettner's Girón". DICKEY (1941, p. 1791) dice que observó la formación Rosa Blanca descansando sobre el Girón en Arcabuco; se refiere aquí el autor a las A. de Arcabuco, y añade: "Although there is undoubtedly a disconformity between the Girón and Cretaceous, there was no angular unconformity at any of the localities, and the Cretaceous seems to have partaken of all of the deformations which the Girón has suffered". Posteriormente TRUMPY (1944) considera que por lo menos la parte superior del Girón, que forma, por ejemplo, el cerro de Arcabuco tiene edad Jurásica, introduciéndose en este momento al parecer la asignación de tal edad para las areniscas. La apreciación de TRUMPY es seguida por HUBACH (1955) y JULIVERT (1958, b). En trabajo anterior (ETAYO-SERNA, 1964, p. 39) se indicó la observación de JULIVERT acerca de la posibilidad de que las areniscas de Arcabuco representasen realmente la formación Tambor. Ya LANGENHEIM (1959, p. 37) estableció sin muchas pruebas esta igualdad al escribir "Tambor or Arcabuco Formation" y "... although the Tambor Formation is considered a facies equivalent of the restricted Arcabuco sandstone".

Observaciones. Morales y otros (1958) consideraron la Formación Tambor como la base de la transgresión cretácea y la correlacionaron hacia el sur erróneamente con el nivel que suprayace a las calizas de la F. Rosa Blanca, y que se denomina en el presente trabajo F. Ritoque. CHENEVART (1963, p. 913 y fig. 3) consideró las Areniscas de Arcabuco como Formación Tambor y ésta, a su vez, como cambio de facies de la Formación Rosa Blanca; esto último es incorrecto como se demostrará adelante. BÜRGL (1964, p. 22) adhiere a la concepción de L. G. MORALES y otros respecto al "Tambor como las capas transgresivas del Cretáceo", y agrega que su edad es predominantemente Hauteriviana. Surgió así una nueva fisonomía para la Formación Tambor dentro del marco del Cretáceo: su edad. BÜRGL (1964, p. 23) señala la imprecisión de la correlación de OPPENHEIM acerca de la Cuarcita de Cocuy a la vez que advierte que la "Cuarcita de Cocuy" pertenece al Hauteriviano o al Albiano. El mismo autor había señalado previamente (1959, p. 4) que "Las areniscas, que OPPENHEIM (1942) designó como 'Areniscas

del Cocuy', corresponden indudablemente a la Arenisca de Une (véase fig. 3 en OPPENHEIM) y no a las de Cáqueza (o Tomón = Arcabuco), como este autor supuso". CAMPBELL Y BÜRCL (1965, fig. 3) correlacionan la Formación Tambor en sentido de MORALES y otros con la A. de Cáqueza y le asigna edad que va del Hauteriviano al Aptiano; desde luego la apreciación anterior sería válida para el caso en que se considere la Formación Tambor en sus afloramientos de la región de Santander, siempre y cuando se pruebe sólidamente su edad. TABORDA (1965, p. 6) señala: "Faunal collections from this formation elsewhere in the Magdalena Valley of the Eastern Cordillera show the age of the Tambor to range from Valanginian to Upper Hauterivian"; sin embargo, TABORDA parece guiarse por las correlaciones erróneas de MORALES et al.

Formación Rosa Blanca.

Aunque en el área de Villa de Leiva aflora el nivel que se va a considerar, para estudiar su desarrollo histórico-nominal es preciso partir del norte, en la región de Arcabuco-Moniquirá. La primera cita de estos niveles calcáreos la da GROSSE (1930, p. 426) cuando dice: "Así como entre Arcabuco y Moniquirá está intercalado en la parte inferior del piso (piso de Villeta), un horizonte cerrado de calizas grises a oscuras de unos 75 m. de espesor, siguiendo hacia el pendiente del piso solamente bancos de calizas aisladas de cuando más algunos metros de espesor". Luego HUBACH (1931, p. 90) señala también en esta región: "... gruesos horizontes de caliza del piso de Villeta (parte inferior)". Posteriormente SCHEIBE (1938, p. 21) dice: "Únicamente en pocos sitios se ha encontrado en los estratos inferiores de Villeta (véase p. 24) un grueso horizonte de 50 y más metros de espesor, v. gr. al oeste de Vélez, entre Arcabuco y Moniquirá, entre Leiva y Sáchica...". Sin embargo, el primer autor que habla de la Formación Rosablanca en la región de Arcabuco es DICKEY (1941, p. 1794), quien la observó descansando sobre el "Girón" (=F. de Arcabuco). Posteriormente BÜRCL (1954 a, p. 12), sin mencionar el nombre Rosa Blanca, correlaciona las calizas que afloran en el cañón de la quebrada Ritoque con la F. Rosa Blanca al sur de Bucaramanga. En trabajo anterior (ETAYO-SERNA, 1964) no se tuvo en cuenta esta consideración, dado que el autor mencionado no indica claramente esta unidad en su columna estratigráfica (ver op. cit., figs. 2, 3). Finalmente CHENEVART (1963, p. 912-913) considera dentro de la F. Rosa Blanca tres porciones: la inferior de ella atribuida por dicho autor a cambio de facies respecto de la F. Arcabuco (= Tambor). Tal concepción de CHENEVART no parece tener bases por lo menos en la región de Villa de Leiva, donde se puede observar el translate sucesivo de las unidades claramente cretáceas sobre las A. de Arcabuco.

Formación Ritoque nov. form. Como se discutió en trabajo anterior (ETAYO-SERNA, 1964, p. 39) MORALES y otros (1957) correlacionan erróneamente estas capas con la Formación Tambor, la cual se halla en realidad estratigráficamente abajo, esto es, infrayace a las calizas de la Formación Rosa Blanca. Históricamente este nivel fue citado por primera vez por SCHEIBE (1938, p. 16) al hablar de "Pizarras arenoso-arcillosas con lamelibranquios". Parece que en la región de Bucaramanga ocurre un nivel análogo a éste (véase ZAMARREÑO, 1965) que ha sido considerado dentro de la Formación Rosa Blanca. Tanto en la región de Tierra de Gómez (suroriente de Monquirá) como hacia la confluencia de los ríos Cane y Sutamarchán parece ocurrir cambio gradual entre la F. Ritoque y la F. Rosa Blanca.

Formación Paja.

Las capas que descansan sobre las Areniscas de Arcabuco, incluyendo la F. Ritoque, fueron consideradas por los autores subsiguientes a HETTNER (1892) como "Esquistos de Villeta". SCHEIBE (1938, p. 21) habla de "Estratos o Piso de Villeta". HUBACH (1955, columna) considera estas capas como parte de la "Formación de Villeta". En artículo anterior (ETAYO-SERNA, 1964) se indicó la prolongación cartográfica que hacia el sur de la localidad típica hacían TABORDA (1952) y JULIVERT (1958, p. 37, figs. 2-3) de la Formación Paja; y exceptuando el *tenué* cambio de facies señalado por Julivert entre la Mesa de Los Santos y Mogotes (basado aparentemente en la presencia de yeso y grandes concreciones), esta unidad parece continuarse hacia el sur con unas mismas características litológicas pero cada vez su edad sería más antigua en tal dirección. El uso del término Formación Paja para estas capas en el área que se estudia, aparece implícitamente en el trabajo de CHENEVART (1963).

GRUPO DE SAN GIL { B) Formación San Gil Superior;
A) Formación San Gil Inferior, nov. comb.

A) *Formación Calizas de San Gil.* — HUBACH (1955, columna) considera como *Conjunto de San Gil* lo que someramente define en su columna estratigráfica compendiada de la región de Oiba, Barbosa, Arcabuco, con la descripción siguiente: "Caliza y esquisto arcilloso; Arenisca calosa", respectivamente, de yacente a techo. La figura y descripción de HUBACH claramente coinciden con parte de la sucesión que en la sección general se ha denominado Conjunto arenoso-calcáreo. HUBACH había empleado anteriormente este término en Santander (1953, inf. 952). Cartográficamente HUBACH (1955, mapa) extiende esta uni-

dad casi hasta Sutamarchán; a esta unidad también da expresión cartográfica JULIVERT (1958, fig. 2), y corresponde con algún cambio de facies a la Formación Calizas del Tablazo (véase JULIVERT, op. cit., fig. 3).

B) *Formación San Gil Superior*. — En la misma columna HUBACH (op. cit.) describe arriba de las capas anteriores “Esquistos arcillosos franjeados, piríticos. Arenisca Arcillosa”. Aunque tal descripción es somera abarca los principales caracteres que se ha señalado de las capas denominadas *Conjunto lutítico oscuro*. JULIVERT (1958, fig. 3) señala estas capas sin denominarlas, aproximadamente con igual distribución cartográfica que la dada por HUBACH (op. cit.). Respecto a las unidades del Valle Medio del Magdalena, esta unidad podría corresponder con algún cambio de Facies con la formación Simití Shale.

GRUPO CHURUVITA (nov. grupo)

{ B) Formación San Rafael, nov. form.
A) Formación Churuvita, nov. form.

A) *Formación Churuvita*. — Se ha propuesto este nombre para las capas que afloran entre las estaciones 36-45 de la poligonal por la carretera Sáchica-Puente Samacá. Consta esta formación de tres miembros: el inferior arenoso, el intermedio lumaquéllico y el superior constituido por bancos macizos, calcáreos o arenosos, con predominio de estos últimos. La descripción detallada y la figura se da en el aparte denominado *Conjunto alternante arenoso-calcáreo*. Tanto HUBACH (1955, mapa) como JULIVERT (1958 b) han cartografiado estas capas al oriente de la región de Chiquinquirá (occidente de Tinjacá-Sutamarchán). Como se discutió en otro aparte el segmento lumaquéllico de estas capas representaría un lentejón. Ahora bien, la denominación *Arenisca de Une* (más “*Conjunto de Chipaque*”?) que establece HUBACH (op. cit., col.) para “areniscas de grano medio, micáceas y esquistos arcillosos piríticos”, que asigna con duda al Cenomaniano, no parece adecuada dado que este término fue acuñado para el conjunto arenoso que al oriente de la Sabana de Bogotá infrayace a shales intercalados con bancos de carbón y calizas con *E. squamata*, y cuya edad es albiana especialmente (véase ETAYO SERNA, 1964, p. 64). Tampoco se ha continuado esta unidad cartográficamente de oriente a occidente, no obstante, de lograrse tal continuidad, la denominación propuesta es útil por cuanto hace resaltar tanto el cambio de facies que ocurre en la arenisca, así como su posición oblicua a planos biocronológicos, ya que en la región estudiada es principalmente cenomaniana. Esta formación se reconoce seguramente en Ubaté (suroccidente del área tipo) donde fue colectado un ejemplar de *Acanthoceras? ospinae* (KARSTEN) en la “parte superior de la arenisca de Une” (BÜRGL, 1955, p. 1), datado

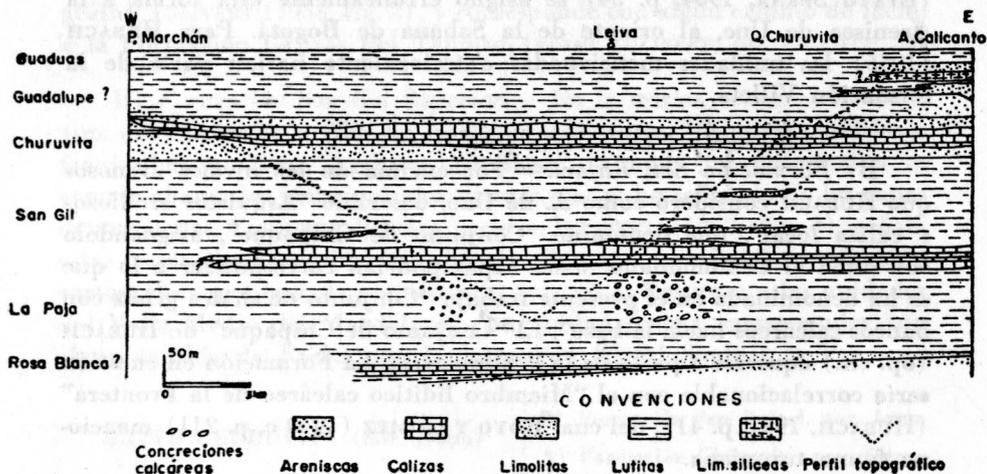
como cenomaniano (BÜRCL, 1957, expl., lám. XII). En trabajo anterior (ETAYO SERNA, 1964, p. 34) se asignó erróneamente esta forma a la Arenisca de Une, al oriente de la Sabana de Bogotá. Para HUBACH (1955) las unidades mencionadas anteriormente harían parte de la formación Villeta.

B) *Formación San Rafael*. — Por encima de los niveles arenosos que HUBACH consideró como A. de Une, describió “Esquistos arcillosos y caliza local”, que denominó “Conjunto de Chipaque”, asignándolo con duda al Cenomaniano. Estas capas podrían corresponder a lo que se ha denominado en el presente trabajo “Conjunto de shales grises con bancos calcáreos hacia la base”. El “Conjunto de Chipaque” de HUBACH (op. cit.) equivale a parte de la F. Churuvita. La Formación en cuestión sería correlacionable con el “Miembro lidítico calcáreo de la Frontera” (HUBACH, 1957, p. 41), del cual ROYO Y GÓMEZ (1940 e, p. 211) menciona fauna turoniana.

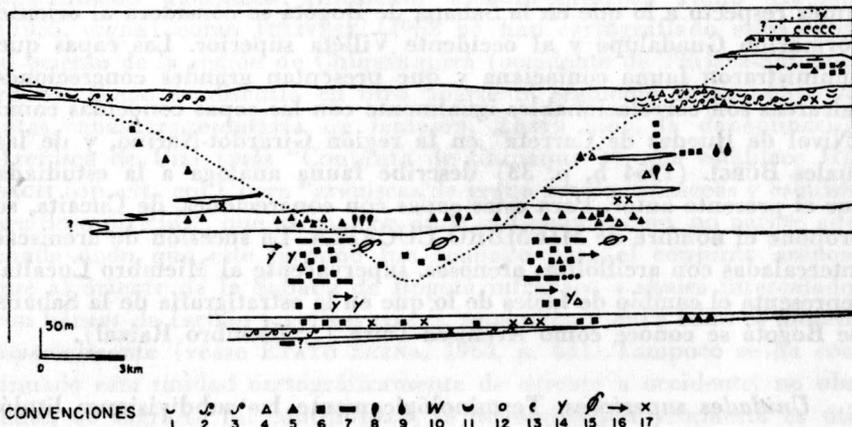
Formación Conejo (Renzoni, in litt.). Arriba de las capas mencionadas anteriormente denominó HUBACH “Formación de Guadalupe” a una sucesión compuesta predominantemente por “Esquistos arcillosos y areniscas arcillosas” y con “Desarrollo entre Tunja y Arcabuco”, con rango biocronológico desde el Turoniano al Maestrichtiano inferior. Es claro que en esta región ya se han presentado cambios faciales importantes respecto a lo que en la Sabana de Bogotá se considera al oriente Formación Guadalupe y al occidente Villeta superior. Las capas que suministraron fauna coniaciana y que presentan grandes concreciones calcáreas son correlacionables igualmente con las capas conocidas como “Nivel de Ruedas de Carreta” en la región Girardot-Nariño, y de las cuales BÜRCL (1954 b, p. 33) describe fauna análoga a la estudiada por el presente autor. Para estas capas con concreciones, de Cucaita, se propone el nombre de MIEMBRO CUCAITA. La sucesión de areniscas intercaladas con arcillolitas arenosas, superyacente al Miembro Cucaita, representa el cambio de facies de lo que en la estratigrafía de la Sabana de Bogotá se conoce como Arenisca Dura (=Miembro Raizal).

Unidades superiores. Terminológicamente las subdivisiones litológicas suprayacentes a las anteriormente descritas corresponden en orden ascendente a las unidades conocidas en la estratigrafía de la Sabana de Bogotá como: *Formación Plaeners* (RENZONI, 1963: Nivel de Plaeners Inferiores, de los autores.), y como *Arenisca Tierna*, nombre ya trasladado por HUBACH (1955, col.) para esta región. En cuanto a las limolitas y arcillolitas arenosas por debajo de la A. *Tierna*, éstas repre-

Sección generalizada para mostrar el desarrollo facial en el área estudiada



Esquema de la distribución faunística según las diversas facies analizadas



- 1 Ostreas, 2 Exogyras con sus 2 v.v., 3 Exogyra sp.; 4 Lam. valva delgada; 5 Lam. v gruesa (Cucullaea, Trigonia etc.); 6 Cefalópodos arrollados; 7 Cef. desenrollados; 8 Gasterópodos con espira alta (Turritella); 9 Gast. con espira baja; 10 Gusanos y pistas; 11 Ostrácodos; 12 Foraminíferos planctónicos; 13 For bentónicos; 14 Restos de plantas y polen (Carbones); 15 Alzadasaurus; 16 Restos de peces; 17 Equinodermos.

Figura 17

Cortes sucesivos para mostrar la variación de las estructuras de S a N en el área estudiada

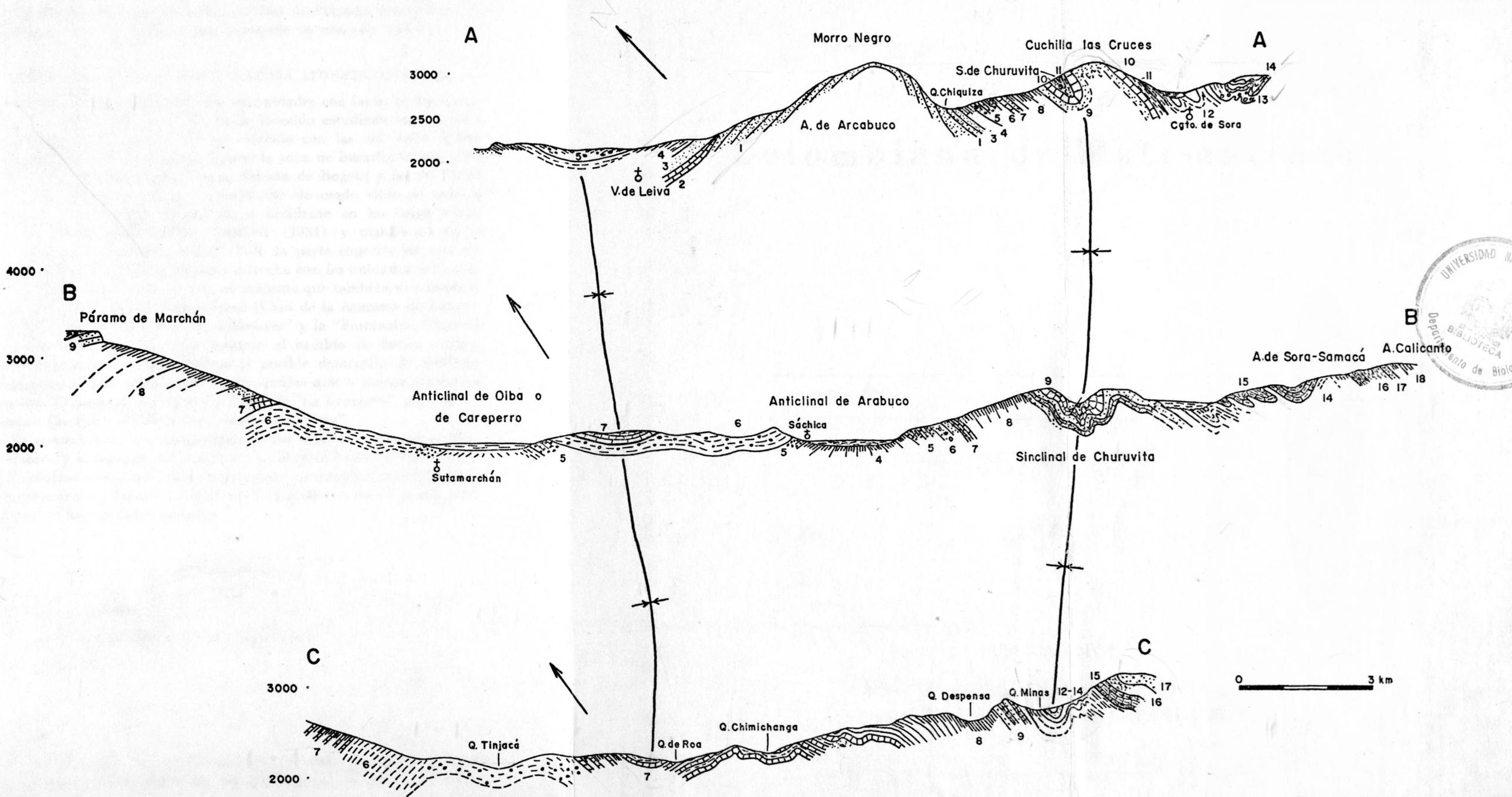


Figura 18

1 Areniscas de Arcabuco; 2 Calizas de Rosa Blanca; 3 Limolitas grises; 4 Arcillolitas o shales negros; 5 Arcillolitas con yeso, nódulos calcáreos e intercalaciones arcilloso-arenosas o a. calcáreas; 6 Arcillolitas con abundantes nódulos huecos; 7 Calizas y areniscas; 8 Shales o arcillolitas negras; 9 F. Churuvita; 10 Shales grises; 11 Limolitas silíceas; 12 Shales, arcillolitas e intercalaciones de banquitos de arenisca o limo; 13 Calizas, shales o arcillolitas, grandes nódulos calcáreos (Coniac.); 14 Alternancia de areniscas, calizas y arcillolitas arenosas; 15 Limolitas silíceas (Plaeners inferiores); 16 Arcillolitas, limolitas; 17 Areniscas cuarzosas (A. tierna); 18 Guaduas arcillas y carbonés.

sentan el cambio de facies que sufren las capas denominadas en la Sabana de Bogotá, *Arenisca de Labor* y *Nivel de Plaeners Superiores*, los cuales en el área estudiada se han fusionado en una sola unidad.

CAMBIOS DE FACIES Y NOMENCLATURA LITOSTRATIGRAFICA

Se observa fuera del desarrollo de unidades con facies particulares, que en la parte inferior y media de la sucesión estudiada las unidades litoestratigráficas guardan estrecha relación con las del Valle Medio del Magdalena. Es preciso, pues, buscar la zona de interdigitación entre las unidades del noroccidente de la Sabana de Bogotá y las del Valle Medio del Magdalena. Destaca igualmente de modo claro el cambio de facies que se opera de oriente a occidente en las capas cretáceas, cambio ya señalado por HUBACH (1931) y manifiesto en la nomenclatura del presente trabajo. Solo la parte superior de esta sucesión estratigráfica guarda relación estrecha con las unidades del oriente de la Sabana de Bogotá, aunque es evidente que también se reconocen dentro de éstas caracteres particulares (Caso de la Arenisca de Labor). Las unidades entre los "Plaeners Inferiores" y la "Formación Churuvi-ta" sirven como ejemplo para mostrar el cambio de facies oriente-occidente, y a su vez para indicar el posible desarrollo de unidades con caracteres faciales análogos, según franjas más o menos orientadas sur-norte: Formación San Rafael y Nivel de "La Frontera", así como el Miembro Cucaita y el "Nivel de Ruedas de Carreta".

En consecuencia, la conservación de los nombres litoestratigráficos del oriente y nororiente de la Sabana de Bogotá hasta el Valle Medio del Magdalena o viceversa, cuando no existe continuidad litológica clara, es inconveniente y tiende a obscurecer el significado facial y, por ende, histórico de las unidades tratadas.

TECTONICA

- A) Generalidades;
- B) Análisis individual de las estructuras;
- C) Fallas;
- D) Conclusiones.

Generalidades.

Tectónicamente el área queda limitada tanto al oriente como al occidente por sendos sinclinales: el Sinclinal de Samacá y el Sincli-

nal de Chiquinquirá, respectivamente. Estos límites corresponden morfológicamente a escarpes producidos por el ataque erosivo sobre las crestas de las estructuras anticlinales inmediatas a las sinclinales.

Hacia el sur la zona muestra cabeceo de estructuras sinclinales o anticlinales, mientras que hacia el norte ocurre el ensanchamiento de las mismas (fig. 18).

De oriente a occidente se tiene las siguientes estructuras: Anticlinal de Sora-Cucaita, formado sobre capas del Cretáceo superior (shales-Areniscas-Limolitas silíceas), el cual a su vez presenta sobre los flancos numerosas estructuras menores. A continuación se presenta el Sinclinal de Sora-Cucaita, erodado en sus partes central y meridional, y a la vez cubierto por depósitos cuaternarios lacustres que forman fértil sabana. Inmediatamente sigue la estructura anticlinal compuesta, denominada Anticlinal de Gavilanera-Chircal San Rafael; mientras que las estructuras adventicias de su flanco oriental son normales, las del flanco occidental están notablemente invertidas. Surge luego el sinclinal estrecho que se denominará de Churuvita, el cual, a su vez presenta estructuras menores tanto en sus flancos como en el núcleo. Continúa en seguida la serie monoclinal que constituye el flanco oriental del Anticlinal de Arcabuco, la cual presenta algunos repliegues tenues que según el corte topográfico produce efectos visuales de discordancia (aunque el adelgazamiento relativamente frecuente de capas hace posible localmente este fenómeno). Del flanco occidental del Anticlinal de Arcabuco desprende el Sinclinal de Villa de Leiva, que es una estructura suave, la que a continuación hacia poniente enlaza con el Anticlinal de Oiba-Careperro.

Análisis individual de las estructuras.

Anticlinal de Sora-Cucaita. Morfológicamente en su flanco oriental se desarrolla una cuesta notable debido al corte del nivel denominado "Limolitas silíceas superiores" (= Formación Plaeners); la estructura queda perfectamente dibujada al norte de la zona por un banco de arenisca de seis metros de espesor que destaca sobre ambos flancos. En el núcleo de la estructura las capas más antiguas que afloran son las que se han denominado "Miembro Cucaita". Visto de norte a sur, su flanco oriental presenta varias estructuras anticlinales y sinclinales, las cuales se manifiestan como pliegues en acordeón (chevron) en la parte septentrional de la estructura, pasando luego a pliegues invertidos y finalmente a pliegues normales progresivamente hacia el sur. En general, estos pliegues secundarios llevan vergencia occidental. El análisis del flanco occidental del Anticlinal en discusión muestra apa-

rentemente pliegues secundarios principales en número casi igual al flanco oriental de la estructura, pero sus actuales crestas muestran vergencia occidental; esto lleva a pensar que estas estructuras secundarias fueron formadas por plegamiento concéntrico, y que posteriormente se invirtieron por efecto de la acción de la atracción gravitativa. Se observa cómo al nororiente del anticlinal no ocurre el fenómeno tan acentuadamente debido al obstáculo ofrecido a la acción gravitativa. Este fenómeno parece general en el área.

Sinclinal de Sora-Cucaita. Es una estructura cuyos flancos presentan igualmente numerosos repliegues menores con vergencia al occidente sobre el flanco oriental y con vergencia al oriente sobre su flanco occidental; sin embargo, esta estructura no se manifiesta claramente como tal sino en retazos, debido al relleno cuaternario de la Planicie de Samacá. Las capas más modernas que afloran en esta zona son arcillas y limolitas que descansan encima del nivel denominado "Limolitas silíceas superiores", en la zona de las canteras de recebo. En los niveles de limolitas silíceas los repliegues adquieren caracteres notables por su gran tumbamiento, p. ej. en el sitio donde funcionan las Canteras de Recebo sobre la derivación que conduce de Cucaita a Samacá, se puede ver un anticlinal secundario con su cresta erodada y con su flanco occidental invertido y paralelo al flanco oriental, produciendo falsa impresión de normalidad. Hacia la parte norte del área estudiada llega a ser mucho más difícil precisar el eje del sinclinal debido a la multitud de repliegues existentes. La parte interna del sinclinal presenta en algunos lugares numerosas cárcavas debidas a la actividad torrencial en las épocas de invierno, sobre los terrenos arcilolíticos y limolíticos.

Anticlinal de Gavilanera-Chircal San Rafael. Es una estructura supremamente compleja en su conjunto pero perfectamente delimitada cartográficamente atendiendo al paquete de 15 m. de las "Limolitas silíceas inferiores (=F. San Rafael)". Mientras que el flanco oriental de la estructura es suave y con capas en posición constantemente normal, el flanco occidental es abrupto y con sus capas en posición inversa. Sobre el costado oriental de este anticlinal se desarrollan varias estructuras que hacia la llanura están cortadas en bisel por el Cuaternario; en general son pliegues suaves y de corto desarrollo. Las capas más antiguas que afloran en esta zona son los bancos calcáreos macizos del miembro superior de la formación Churuvita. De las estructuras menores desarrolladas sobre este flanco las más importantes pueden observarse al occidente de "Puente Samacá", por la carretera que con-

duce a Sáchica. El flanco occidental de esta estructura muestra cómo sus capas progresivamente van invirtiéndose y tumbándose hacia el occidente.

El Sinclinal de Churuvita. Esta estructura, cuyo flanco oriental ya se describió, presenta numerosos pliegues de interés por la vergencia y forma de los mismos. En la parte central de la estructura y al nivel de la carretera Sáchica-Puente Samacá las capas más modernas que afloran son las de la Formación San Rafael (Limolitas silíceas). Este sinclinal tiene la peculiaridad de que hacia el núcleo y en dirección N estruja sus capas centrales, apartando hacia los extremos sus capas más modernas, unidas solamente por una faja invertida de shales. En la parte central de este sinclinal en el corte por la carretera ocurre una falla que se desarrolla sobre la cresta de un anticlinal menor. El flanco occidental del sinclinal está claramente desarrollado y caracterizado por sus repliegues agudos con vergencia oriental. Aquí parece que se manifiestan los efectos de plegamientos concéntricos pero especialmente la acción de la gravedad en el proceso de inversión de los flancos.

Anticlinal de Arcabuco (Flanco Oriental). A partir del sinclinal anterior se reconoce sobre las capas de la formación San Gil Superior algunos repliegues que se acomodan al aspecto general de los desarrollados en la parte occidental de la estructura anterior; cuando estas estructuras menores son cortadas topográficamente a diversos niveles desarrollan aparentes inversiones que pueden dar idea de falso fallamiento. Toda esta parte de la sucesión presenta las capas muy erguidas y con ligera flexión en su parte alta; este carácter se conserva más o menos hasta llegar a la zona peri-anticlinal del "Anticlinal de Arcabuco", excepto a la altura del Alto del Arrayán, donde se produce una ligera ondulación de las capas, lo que visto desde lejos contrasta notablemente con la verticalidad de las capas adyacentes, dando la impresión de falla o discordancia.

Núcleo del Anticlinal de Arcabuco. Está constituido esencialmente por areniscas cuarzosas fuertemente cementadas por cuarzo. Ensancha progresivamente hacia el norte a la vez que su flanco oriental se hace más abrupto; este rasgo parece asociado a una falla en profundidad, la cual fue considerada por HUBACH (1955, corte). En su terminación visible hacia el sur parece probable que presente una falla oblicua, según el curso actual del río Chíquiza.

Sinclinal de Villa de Leiva. Esta notable estructura se desarrolla al occidente del núcleo del Anticlinal de Arcabuco; se manifiesta suavemente hacia el norte, mientras que destaca claramente hacia el sur. Es

una estructura amplia y suave que expone de modo regresivo hacia el sur las diversas formaciones que han sido cartografiadas. Sobre su flanco oriental se levanta la Loma de la Yesera, de gran importancia desde el punto de vista bioestratigráfico. Sobre las capas inferiores de este sinclinal (Formación Ritoque), en su flanco oriental, se presentan repliegues tenues que son efecto común de la tectónica general del área.

Anticlinal de Oiba o de Careperro. Esta enorme estructura que corre hasta el Departamento de Santander comienza a cerrar en el área en discusión; está limitada al occidente por gran escarpe, mientras que su núcleo es bisectado por el río Sutamarchán.

Estructuras de detalle entre la quebrada de Roa y el río de la Candelaria. Aun cuando la quebrada de Roa desciende por el eje de la estructura sinclinal de Leiva en el conjunto de San Gil (red consecuente), inmediato al eje del sinclinal ocurre un anticlinal que muere al norte cerca a las cabeceras de la quebrada de Roa; sigue luego un sinclinal de corto desarrollo, el cual acompaña hacia el oriente otro anticlinal que se inicia en el pie occidental de la Cuchilla de las Cuadras y que va a hundir su eje al sur en la región de la Cuchilla Mirque; viene a continuación una estructura sinclinal corta con dirección aproximada norte-nororiente, que se extiende suavemente hacia el norte hasta quedar cortada en el escarpe que da frente a Sáchica. Se tiene en seguida el anticlinal de la Cuchilla de las Cuadras, que es una estructura apretada pero muy bien desarrollada y que va a morir en condiciones análogas a las del caso anterior. Contiguo al anticlinal anterior se desarrolla el Sinclinal de la Candelaria, que es una estructura con sus flancos erguidos, al menos en su parte norte, y desarrollada igualmente sobre el Conjunto de San Gil (véase figura 18); el flanco oriental de este sinclinal es el comienzo de la estructura anticlinal del Convento de la Candelaria, cuyo eje parece describir trayectoria que indica plano axial inclinado al oriente. Representa la continuación hacia el sur del Núcleo del Anticlinal de Arcabuco. Al oriente del Convento de la Candelaria sigue un sinclinal y luego a su lado y paralelo un anticlinal perfectamente delimitado, cuyo eje lleva dirección aproximada N 45° E, pero con extensión muy limitada.

Fallas.

La región estudiada se caracteriza principalmente por su tectónica carente de fallas superficiales. Parece que la tectónica sea una misma que la desarrollada al norte del área en las zonas estudiadas por JULIVERT en el Departamento de Santander, esto es, simples respuestas por parte de las capas cretáceas a una tectónica de fallas profundas. Un

ejemplo parece manifiesto en la progresiva verticalización que hacia el norte y en capas más viejas presenta el flanco oriental del núcleo del Anticlinal de Arcabuco. Igualmente las estructuras desarrolladas entre la quebrada de Roa y el río de la Candelaria podrían interpretarse como efecto producido por una pequeña dovela en profundidad.

Unas fallas oblicuas al flanco oriental del Anticlinal de Oiba, al parecer de corto desplazamiento, dislocan las capas yesíferas; la primera especialmente afecta la capa margosa numerada como nivel 4 y la segunda, un poco al sur de la anterior, presenta desarrollo mucho más corto.

Sobre el costado sur de la loma de La Yesera ocurre una falla normal de escaso salto pero fácilmente detectable por el nivel calcáreo margoso número 4 que afecta. Una falla posible se observa en la terminación periclinal del núcleo del Anticlinal de Arcabuco, sitio donde a pesar de la abrupta flexión que hacen las capas de arenisca parece que en esta parte el "doblez" no hubiese logrado realizarse.

Sobre el flanco occidental del Anticlinal de Arcabuco señaló BÜRGL (1954 a) la existencia de una falla cuyo salto disminuiría hacia el sur hasta llegar a desaparecer en las zonas próximas a la Loma de la Yesera; el desarrollo de la mencionada falla, si inversa debería manifestarse de algún modo, hecho que no se observa ya que a lo largo del flanco occidental del núcleo del Anticlinal de Arcabuco los niveles limolíticos grises se superponen sin variación a las areniscas.

Conclusiones.

Tectónicamente podría establecerse una diferencia entre la región al occidente del "Anticlinal" de Arcabuco, caracterizada por pliegues amplios y tranquilos y la zona oriental, con numerosos repliegues menores. Desde luego hacia el occidente las estructuras se han desarrollado sobre capas más homogéneas mientras que los repliegues al oriente se desarrollaron sobre capas alternativamente duras y blandas. Las estructuras desarrolladas en la región de Samacá son estructuras de poco radio, es decir, superficiales, que se generaron sobre capas blandas que descansan sobre conjunto más o menos competente.

Es evidente la relación existente entre la facies de las unidades cartografiadas y la tectónica; por ejemplo, mientras que en la Sabana de Bogotá los sinclinales apretados producidos sobre formaciones competentes suelen estar limitados por fallas en ambos flancos (ver JULIVERT, 1962), en el área estudiada ahora los acortamientos suelen resolverse por repliegues sobre unidades más arcillosas.

Es manifiesta la importancia que para los estudios estratigráficos y bioestratigráficos tiene la definición detallada de las estructuras secundarias, ya que las numerosas repeticiones e inversiones de niveles pueden llevar a considerar erróneamente tanto el espesor de la unidad como la posición estratigráfica precisa de los fósiles recogidos.

L I T E R A T U R A

- AGER, D. V., 1963. — Principles of Paleocology, pp. XII + 371, 147 figs., 8 ls., *Mc-Graw-Hill Book Co., Inc.*
- ANDERSON, L. J., 1945. — Petroleum Geology of Colombia, South America. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 29, n. 8 ps. 1065-1142, 30 fs., Tulsa.
- BENAVIDES-CÁCERES, V., 1956. — Cretaceous System in Northern Perú. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, v. 108, art. 4, pp. 357-493, 58 fs., 66 ls., New York.
- BOESE, E., 1923. — Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero. *Instituto Geol. de México, Bol.*, n. 42, pp. 219, 19 ls., México.
- BORCHERT, H., MUIR, R. O., 1964. — Salt Deposits (The origin, metamorphism and deformation of evaporites) X + 338 ps., *D. van Nostrand Company*, London.
- BRUGGEN, H., 1910. — Die Fauna des unteren Senons von Nord-Perú. *Neues Jahrb. f. Min. und Pal.*, B. 30, ps. 715-788, 17 fs., 5 ls., Stuttgart.
- BURKHARDT, C., 1925. — Faunas del Aptiano de Nazas (Durango). *Instituto Geológico de México, Bol.*, n. 45, ps. 71, 10 ls., México.
- BASSE, E., 1936. — Sur la faune malacologique du Crétacé moyen de la Cordillère Andine. *Comp. R. S. Soc. G. France*, fasc. 5, ps. 87-88, París.
- BASSE, E., 1936. — Quelques remarques sur le caractère méditerranéen des faunes aptiennes de la province Sud-Andine. *Comp. R. S. Soc. G. France*, n. 7, ps. 124-125, París.
- BASSE, E., 1928. — Quelques invertébrés crétacés de la Cordillère Andine. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e ser., v. 28, ps. 113-147, 20 fs., 2 ls., París.
- BASSE, E., 1942. — Revision des Genres Néocretacés Sud-Américains *Lenticeras* Gerhardt em. *Lisson*, em. *Basse* et *Paralenticeras* Hyatt em. *Basse*. *Bull. Soc. Géol. France*, t. 12, 5e ser., ps. 351-363, 2 fs., 2 ls., París.
- BASSE, E., 1948. — Quelques ammonites nouvelles du Crétacé de Colombie (Am. Sud). *Bull. Soc. Géol. France*, t. 18, 5e ser., ps. 691-698, 1 l., París.
- BASSE, E., 1950. — Quelques mollusques du Crétacé de Colombie. *Bull. Soc. Géol. France*, t. 20, 5e ser., ps. 245-255, 1 f., 1 l., París.
- BASSE, E., 1952 a. — Classe des Cephalopodes, Sub-classe Nautiloidea. *Traité de Paléontologie*, v. 2, ps. 463-521, 18 fs., 13 ls., Masson et Cie., París.
- BASSE, E., 1952 b. — Classe des Céphalopodes, Sub-classe des Ammonoidea. *Traité de Paléontologie*, v. 2, ps. 522-688, 60 fs., 24 ls., Masson et Cie., París.
- BARRIOS, M., 1954. — Lamelibranquios y Equínidos de los alrededores de Villa de Leiva. *Inf. Serv. Geol. Nal.*, n. 997, ps. 15, 1 f., Bogotá.

- BERRY, E. W., 1918. — The age of certain plant-bearing beds and associated marine formations in South America. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 29, ps. 637-648, 1 f., New York.
- BEURLEN, K., 1938. — Algunos fósiles cretácicos (Vermes, Equínidos, Crustáceos) de la Cordillera Oriental. *Est. Geol. y Pal. sobre la Cordillera Oriental de Colombia*, Min. de Ind. y Trabajo, parte 3, ps. 128-136, 1 l., Bogotá.
- BOUCOT, A. J., W. BRACE and R. DEMAR., 1958. — Distribution of Brachiopod and Pelecypod Shells by Currents. *Journ. Sed. Petr.*, v. 28, ps. 321-332, Urbana.
- ✦ BÜRGL, H., 1954 a. — El cretáceo inferior en los alrededores de Villa de Leiva, Boyacá. *Bol. Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 2, n. 1, ps. 5-22, 4 ls., Bogotá.
- ✦ BÜRGL, H., Y DUMIT TOBÓN, Y., 1954 b. — El cretáceo superior en la región de Girardot. *Bol. Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 2, n. 1, ps. 23-48, 12 fs., 8 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1955 a. — Algunas amonitas interesantes de la colección Shell-Cóndor. *Inf. Serv. Geol. Nal.*, n. 1080, ps. 10, 2 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1955 b. — El anticlinal de Apulo. *Bol. Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 3, n. 2, ps. 2-22, 4 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1956 a. — Catálogo de las amonitas de Colombia, Parte I Pulchelliidae. *Bol. Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 4, n. 1, ps. 119, 28 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1956 b. — La variabilidad de la amonita Dufrenoya texana Burckhardt. *Bol. Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 4, n. 2-3, ps. 1-22, 5 fs., 3 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1957. — Bioestratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores. *Bol. Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 5, n. 2, ps. 113-185, 20 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1959. — Fósiles infracretáceos de la Sierra Nevada del Cocuy colectados por Th. van der Hammen. *Inf. Serv. Geol. Nal.*, 5 p., 3 ls., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1961. — Historia geológica de Colombia. *Revista de la Acad. Colomb. de Ciencias Exac. Fis. y Nat.*, v. 11, n. 43, ps. 137-191, 41 fs., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1964. — El "Jura-Triásico" de Colombia. *Boletín Geológico*, Serv. Geol. Nal., v. 12, n. 1-2, ps. 5-31, 4 fs. Bogotá.
- CAMPBELL, C. J. and BÜRGL, H., 1965. — Section Through the Eastern Cordillera of Colombia, South America. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 76, n. 5, ps. 567-590, 6 fs., 1 l., New York.
- CANTU-CHAPA, A., 1963. — Étude Biostratigraphique des Ammonites du Centre et de L'Est du Mexique (Jurassique supérieur et Crétacé). *Mem. Soc. Géol. France*, nouv. ser., t. 42, fasc. 4, mem. 99, ps. 102, 5 fs., 8 ls., Paris.
- ✦ CASEY, R., 1954. — New genera and subgenera of Lower Cretaceous ammonites. *Journ. Washington Acad. Sci.*, v. 44, ps. 106-115, 10 fs., Washington.
- CASEY, R., 1960. — The Ammonoidea of the Lower Greensand, Part. I. *Paleontographical Society*, pp. xxxvi + 44, 13 fs., 10 ls., London.
- CASEY, R., 1963. — The cretaceous (Albian) ammonite genus *Platknemiceras* Battler. *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, ser. 13, v. 4, ps. 353-357, 2 fs., London.
- CASEY, R., 1964. — The Ammonoidea of the Lower Greensand, part V. *Paleontographical Society*, ps. 289-398, 41 fs., 24 ls., London.
- CASEY, R., 1965. — The Ammonoidea of the Lower Greensand, part VI. *Paleontographical Society*, ps. 399-546, 62 fs. 24 ls. London.

- COOKE, C. W., 1955. — Some cretaceous echinoids from the Americas. *Geol. Surv. Prof. Papers.*, 264-E, ps. 85-126, 1 f., 12 ls., Washington.
- COLLET, L. W., 1924. — Sur quelques ammonites du Barrémien de Colombie. *Ecl. Geol. Helv.*, v. 18, n. 4, ps. 485-493, 3 fs. 1 l., Basilea.
- CHENEVART, CH., 1963. — Les dorsales transverses anciennes de Colombie et leurs homologues d'Amérique Latine. *Ecl. Geol. Helv.*, v. 52, n. 2, ps. 907-927, 7 fs., Basilea.
- DIETRICH, W. O., 1938. — Lamelibranquios cretácicos de la Cordillera Oriental. *Est. Geol. y Pal. sobre la Cordillera Oriental de Colombia*, Min. de Ind. y Trab., parte 3, ps. 81-108, 9 ls., Bogotá.
- DICKEY, P. A., 1941. — Pre-Cretaceous Sediments in Cordillera Oriental de Colombia. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 25, n. 9, ps. 1789-1795, 1 f., Tulsa.
- DUNBAR, C. and RODGERS, J., 1957. — Principles of Stratigraphy, ps. xii + 356, 123 fs. *John Wiley & Sons, Inc.*, New York.
- ELLISON, S. P. JR., 1955. — Economic applications of Paleoecology. *Economic Geology*, Fiftieth Anniversary Volume, part. II, ps. 867-884, 7 fs., Lancaster, Penna.
- ETAYO SERNA, F., 1964. — Posición de las faunas en los depósitos cretácicos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. *Bol. de Geología, Univ. Ind. de Santander*, ns. 16-17, ps. 142, 8 fs., Bucaramanga.
- ETHERINGTON, T. J., 1944. — Free oil in Ammonites, Colombia, South America. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 28, n. 6, ps. 875-876, Tulsa.
- EUGSTER, H., 1922. — Zur-Geologie der kolumbianischen Ostkordilleren. *Eclogae Geol. Helv.*, v. 17, n. 2, ps. 251-266, 4 fs., 1 l., Basilea.
- FAGERSTROM, J. A., 1964. — Fossil Communities in Paleoecology: their recognition and significance. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 75, n. 12, ps. 1197-1216, 5 fs., New York.
- FORBES, E., 1845. — Report on the fossils from Santa Fe de Bogotá, presented to the Geological Society by Evan Hopkins. *Quart. Journ.*, ps. 174-179, 8 fs., Londres.
- GROSSE, E., 1930. — Acerca de la Geología del Sur de Colombia. *Bol. de Minas y Pet.*, ns. 23-24, ps. 413-476, 11 fs., 10 ls., 1 mapa, Bogotá.
- HAAS, O., 1960. — Lower Cretaceous ammonites from Colombia, South America. *Am. Mus. Novitatis*, n. 2005, ps. 62, 147 fs., New York.
- HAAS, O., 1966. — Recent Literature on Mesozoic Ammonites, Part. VII. *Journ. of Pal.*, v. 40, n. 5, ps. 1070-1081, Tulsa.
- HARRINGTON, H. J., 1962. — Paleogeographic development of South America. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 46, n. 10, ps. 1773-1814, 34 fs., Tulsa.
- HECKER, R. T. H., OSSIPOVA, A. I., BELSKAYA, T. N., 1963. — Fergana Gulf of Paleogene Sea of Central Asia. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 47, n. 4, pp. 617-631, 12 fs., Tulsa.
- HEEZEN, B. C., 1963. — Turbidity currents. The earth beneath the sea history, *The Sea*, v. 3, ps. 742-775, 22 fs., *John Wiley & Sons*, New York.
- HOEPEN, E. C. N., van., 1965. — The Peroniceratinae and allied forms of Zululand. *Geological Survey, Memoir* 55, ps. viii + 70, 9 fs., 27 ls., 1 mapa, Pretoria.
- HUBACH, E., 1931. — Geología petrolífera del Departamento de Norte de Santander. *Inf. Serv. Geol. Nal.*, n. 176, parte A, ps. 218, Bogotá.

- HUBACH, E., 1957. — Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia. *Inf. Serv. Geol. Nat.*, n. 1212, ps. 166, Bogotá.
- HUERTAS, G., 1967. — Sertum florulae fossilis Villae de Leiva, *Caldasia*, v. 10, n. 46, ps. 59-75, 6 fs., Bogotá.
- HUMPREY, W. E., 1949 — Geology of the Sierra de los Muertos Area, México (with description of Aptian Cephalopods from the La Peña Formation). *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 60, ps. 89-176, 2 fs., 18 ls., New York.
- IMBRIE, J., 1955. — Biofacies Analysis. *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, n. 62, ps. 449-464, New York.
- IMLAY, R. W., 1940. — Neocomian Faunas of Northern México. *Bull. Geol. Soc. of Am.*, v. 51, ps. 117-190, 21 ls., 7 fs., Washington.
- IMLAY, R. W., 1944. — Cretaceous Formations of Central America and México. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 28, n. 8, ps. 1077-1195, 16 fs., Tulsa.
- JACOBS, C., BÜRLG, H., CONLEY, D. L., 1963. — Backbone of Colombia. *Am. Ass. Petr. Geol.*, Mem. 2, ps. 62-72, 12 fs., Tulsa.
- JOHNSON, R. G., 1960. — Models and methods for analysis of the mode of formation of fossil assemblages. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 71, n. 1, ps. 1075-1086, 2 fs., New York.
- JOHNSON, R. G., 1962. — Mode of formation of marine fossil assemblages of the pleistocene Millerton Formation of California. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 73, ps. 113-130, 1 f., New York.
- JULIVERT, M., 1958. — La Morfoestructura de la zona de las Mesas al SW de Bucaramanga (Colombia, S. A.). *Bol. de Geología, Univ. Ind. de Santander*, n. 1, ps. 7-43, Bucaramanga.
- JULIVERT, M., 1958. — Geología de la zona tabular entre San Gil y Chiquinquirá. *Bol. de Geología, Univ. Ind. de Santander*, n. 2, pp. 33-47, 4 fs., Bucaramanga.
- JULIVERT, M., 1961. — Las estructuras del Valle Medio del Magdalena y su significación. *Bol. de Geología, Univ. Ind. de Santander*, n. 6, ps. 33-52, 4 fs., Bucaramanga.
- JULIVERT, M., 1962. — La estratigrafía de la formación Guadalupe y las estructuras por gravedad en la serranía de Chía (Sabana de Bogotá). *Bol. de Geología, Univ. Ind. Sant.*, n. 11, ps. 5-21, 4 fs., Bucaramanga.
- LEANZA, A. F., 1963. — Patagoniceras Gen. Nov. (Binneyitidae) y otros ammonites del Cretácico Superior de Chile Meridional con notas acerca de su posición estratigráfica. *Bol. Acad. Nac. de Ciencias*, tomo 43, ps. 203-225, 4 ls., Córdoba.
- MAHMOUD, I. G. EL-DIN, 1955. — Études paléontologiques sur la faune crétacique du Massif du Moghara (Sinaï-Egypte). *Publications de l'Institut du Desert d'Egypte*, N. 8, 234 ps., 81 fs., 19 ls., Mataria.
- MANOLOV, J. R., 1962. — New ammonites from the Barremian of North Bulgaria. *Palaentology*, v. 5, part. 3, ps. 527-539, 4 ls., 2 fs., London.
- MATSUMOTO, T., 1955. — Evolution of Peroniceratidae. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Jap. N. S.*, n. 18, ps. 37-44, 3 fs., Japan.
- MATSUMOTO, T., 1966. — Notes on *Ammonites Bourgeoisii* D'Orbigny from the Upper Cretaceous of France. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.*, n. 61, ps. 201-206, 1 l., 6 fs., Tokyo.

- MATSUMOTO, T., 1959.—Zonation of the Upper Cretaceous in Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. D., Geology*, v. 9, n. 2, ps. 55-93, 6 ls., Tokyo.
- MATSUMOTO, T., 1959.—Zoning of the Upper Cretaceous in Japan and Adjacent areas with special reference to world-wide correlation. *Congreso Geológico Internacional, Simposium del Cretáceo*, ps. 347-382, 3 fs., México.
- MOORE, R. C., 1955.—Invertebrates and Geologic Time Scale. *Geol. Soc. Am. Special Papers*, 62, ps. 547-574, 13 fs., New York.
- MORALES, L. G. y otros, 1958.—General Geology and Oil Occurrence of Middle Magdalena Valley, Colombia, Habitat of Oil. *Symposium Am. Ass. Petr. Geol.*, ps. 641-695, 29 fs., Tulsa.
- OLSON, C. E., 1957.—Size-frequency distributions in samples of extinct organisms. *Journ. of Geol.*, v. 65, n. 3, ps. 309-333, 17 fs., Chicago.
- OPPENHEIM, V., 1940.—Jurassic-Cretaceous (Girón) Beds in Colombia and Venezuela. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 24, n. 9, ps. 1611-1619, 5 fs., Tulsa.
- PARDO PARRA, E., 1963.—Memoria del Ministro de Minas y Petróleos al Congreso de 1963, *Imprenta Nacional*, pp. 394, Bogotá.
- PETERS, V., 1955.—Development of Upper Cretaceous foraminiferal faunas in Colombia. *Journ. of Pal.*, v. 29, n. 2, ps. 212-225, 7 fs., Tulsa.
- REYMENT, R. A., 1955.—Cretaceous Ammonoidea of Southern Nigeria and the Southern Cameroons. *Geol. Surv. Nigeria Bull.*, n. 25, ps. 112, 46 fs., 25 ls., Nigeria.
- REYMENT, R. A., 1958.—Some factors in the distribution of fossil cephalopods, *Stockholm Contr. in Geol.*, vol. 1, n. 6, pp. 184, 24 f., 7 l., Stockholm.
- REYMENT, R. A., 1958.—Über einige Ammoniten aus dem Coniac Kolumbiens und Venezuelas, Südamerika. *Stockholm Contributions in Geol.*, v. 2, n. 1, ps. 25, 10 fs., 4 ls., Stockholm.
- RIEDEL, L., 1938.—Amonitas del cretáceo inferior de la Cordillera Oriental. *Estudios Geol. y Pal. sobre la Cordillera Oriental colombiana*, Min. Ind. y Petr., parte 2, ps. 7-80, 12 ls., Bogotá.
- ROD, E. and MAYNC, W., 1954.—Revision of the Lower Cretaceous stratigraphy of Venezuela. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 38, n. 2, ps. 193-238, 30 fs., Tulsa.
- ROSCHEN, E. C. H., 1938.—Amonitas de la familia Pulchelliidae en Colombia. *Bol. Min. Petr.*, ns. 103-108, ps. 99-153, 8 ls., Bogotá.
- ROYO Y GÓMEZ, J., 1943.—Rocas y fósiles del Cretácico superior de la región de Ubaté (N. de Cundinamarca). *Serv. Geol. Nal. Inf.*, n. 326, ps. 5, Bogotá.
- ROYO Y GÓMEZ, J., 1940.—Crustáceos y Pseudopterópodos del Cretáceo de Colombia. *Bol. Min. Petr.*, ns. 121-124, ps. 207-214, 8 fs., Bogotá.
- SCHUCHERT, C., 1935.—Colombia: Historical Geology of the Antillean-Caribbean Region, ps. 624-674, fs. 93-99, *John Willey & Sons*, New York.
- SCHINDEWOLF, O. H., 1960.—Méthodologie et terminologie stratigraphiques. *Geol. Rundschau*, t. 49, n. 1, ps. 1-35, tab., Trad., *Bureau de Rech. Géol. et. Min.*, n. 2.800, Paris.
- SHROCK, R. R., 1948.—Sequence in layered rocks. A study of features and structures useful for determining top and bottom or order of succession in Bedded and Tabular rock bodies, ps. 507, 397, fs., *McGraw Hill Book Company, Inc.*, New York.

- SCOTT, G., 1940.—Paleoecological factors controlling the distribution and mode of life of Cretaceous Ammonoids in the Texas Area. *Journal of Pal.*, v. 14, n. 4, ps. 299-323, 9 fs., Ithaca.
- SEILACHER, A., 1960.—Epizoans as a key to ammonoid ecology. *Journ. of Pal.*, v. 34, n. 1, ps. 189-193, 3 fs., Ithaca.
- SLOSS, L. L., 1953.—The significance of Evaporites. *Journ. Sed. Petr.*, v. 23, n. 3, ps. 143-161, 8 fs., Urbana.
- SOMMERMEIER, L., 1910.—Die Fauna des Aptien und Albien im nördlichen Perú. *Neues Jahr. für Miner. und Pal.*, B. 30, ps. 311-382, 37 fs., 9 ls., Stuttgart.
- SORNAY, J., 1957.—Lexique Stratigraphique International, Europa, Fascicule 4 a, France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, ps. 403, 4 fs., Paris.
- TABORDA, B., 1952.—Geología del área Confines-Charalá, Departamento de Santander. *Informe Emp. Col. Petróleos*, n. 314, ps. 21, 5 ls., El Centro.
- TABORDA, B., 1965.—Gidebook to the Geology of the De Mares Concession. *Col. Soc. of Petr. Geol. and Geoph.*, ps. iv + 25, 11 fs., 3 ls., Bogotá.
- TASCH, P., 1953.—Causes and Paleoecological significance of dwarfed fossil marine invertebrates. *Journ. of Pal.*, v. 27, n. 3, ps. 356-444, 49 ls., 5 fs., Ithaca.
- TEICHERT, C., 1958.—Concepts of facies. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, v. 42, n. 11, ps. 2718-2744, Tulsa.
- TREATISE ON INVERTEBRATE PALEONTOLOGY, 1957.—Part. L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea. xxii + 490 ps., 558 fs., *Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press*.
- TREATISE ON INVERTEBRATE PALEONTOLOGY, 1964.—Part. K, Mollusca 3, Cephalopoda, General features, Endoceratoidea-Actinoceratoidea-Nautiloidea-Bactritoidea, ps. xxvii + 519, 361 fs., *Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press*.
- TRUMPY, D., 1943.—Pre-Cretaceous of Colombia. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 54, ps. 1281-1304, 6 fs., 1 l., New York.
- VAUGHAN, T. W., 1940.—Ecology of modern marine organisms with reference to Paleogeography. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 51, n. 3, ps. 433-468, 8 fs., New York.
- WEEKS, L. G., 1953.—Environment and mode of formation of carbonate concretions in shales. *Journ. Sed. Petr.*, v. 23, n. 3, ps. 162-173, 5 fs., Urbana.
- WEEKS, L. G., 1957.—Origin of Carbonate concretions in Shales, Magdalena Valley, Colombia. *Bull. Soc. Geol. Am.*, v. 68, n. 1, ps. 95-102, 1 f., 4 ls., New York.
- YOUNG, K., 1963.—Upper Cretaceous Ammonites from the Gulf Coast of the United States. *The University of Texas, Publ.*, n. 6304, ps. vii + 373, 34 fs., 82 ls., Austin.