

la falla de Cambrás. El límite S es la continuación de la falla de Cambrás que cruza el Valle del Magdalena en la latitud de Guataquí-Piedras que es la expresión más septentrional de la barrera de Girardot. Por último el límite occidental viene caracterizado por las últimas estribaciones de la Cordillera Central.

LOS MATERIALES DEL BORDE ORIENTAL DE LA CORDILLERA CENTRAL

La Cordillera Central forma un verdadero eje de un extremo a otro de Colombia. Su geología es compleja y, a excepción de algunas pequeñas áreas, hasta el presente sólo se conocen algunos cortes transversales. Algo más al SW de esta región, Nelson (1957) realizó el estudio de la parte comprendida entre Ibagué y Cali.

Entre Mariquita y Piedras límite de la Cordillera viene determinado por la fosilización de las rocas ígneas y metamórficas: Al N por los sedimentos terciarios y al S por los depósitos pleistocénicos que forman importantes conos. Como ya se indicó en la introducción se han incluido las rocas de la Cordillera Central con el objeto de limitar mejor los sedimentos terciarios y poner de manifiesto su carácter transgresivo sobre la Cordillera.

Aunque no se ha realizado ninguna separación entre estas rocas se pueden distinguir dos áreas: desde Armero hacia el N predominan las rocas metamórficas; a partir de Armero hacia S existe una franja de migmatitas y rocas intrusivas. En contacto con las migmatitas aparecen unas calizas metamórficas que se cortan por la carretera Armero-Líbano.

El estudio de las rocas de la Cordillera Central implica necesariamente abarcar una área mucho más amplia que esta estrecha faja y se aparta del tema propuesto en este trabajo. Por este motivo las dejamos completamente aparte y nos referimos sólo a los datos de Raasveldt & Carvajal (1957a). Para algunos datos de geología económica están las referencias de Botero Restrepo (1946 a y 6)

Las calizas metamórficas.—Por la carretera de Armero al Líbano aparece una masa de calizas metamórficas cuya relación con las rocas intrusivas no es muy clara. Raasveldt & Carvajal las colocan tectonizadas con las migmatitas. Para estos autores corresponderían a las Calizas de Payandé, cuya localidad tipo se encuentra más al SW, en Payandé (Departamento del Tolima). Es difícil afirmar si estas calizas corresponden o no a la Formación Payandé. Todos los alforamientos de calizas metamórficas que se han encontrado sobre este sector de la Cordillera Central se han colocado siempre dentro de las Calizas de Payandé. La serie estratigráfica de los alrededores de Payandé ha recibido el nombre de Formación o Grupo de Payandé. Ha sido estudiada por Renz (in Trumphy, 1943) y más recientemente por Suescún & Taborda (1949, inédito) y Nelson (1957) quien distinguió además un Pre-Payandé y un Post-Payandé. La fauna determinada por Renz en la localidad tipo consta de: *Myophoria*, *Pectancrinus*, *Terebratula*, *Pseudomonotis ochotica*, *Nevadites sutanensis*, *N. cf. lissoni* y *Anoleites dieneri*. Trumphy (1943) considera que están representados el karniense y el noriense.

Raasveldt & Carvajal consideran las calizas metamórficas probablemente como juratriásicas.

CRETACICO

Los sedimentos cretácicos que afloran en la región están repartidos en dos áreas: A) Norte de la barrera de Girardot y B) Area de Honda-La Paz, situadas en los extremos S y N respectivamente. La diferencia de facies permite y aconseja tratar por separado cada una de las dos áreas.

RESUMEN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CRONOESTRATIGRAFIA EN EL CRETACICO SUPERIOR

Antes de tratar cada una de las unidades litoestratigráficas de la parte meridional del Valle Medio del Magdalena es preciso hacer un bosquejo del cretácico superior de las regiones que han intervenido directamente en las etapas que han conducido al estado actual de la cronoestratigrafía de la región que nos interesa en el presente trabajo.

A partir del turoniense Petters (1955, figura 2) establece una zonación de foraminíferos para el cretácico superior que se puede reconocer de S a N desde el Valle Superior del Magdalena hasta la región del Río Ranchería:

Zónula de *Ammobaculites colombianus*

Zona de *Siphogenerinoides bramlettei*

Zona de *Siphogenerinoides cretacea*

Zónula de *Marginulina curvisepta*

Nivel de *Bolivina explicata*

Zónula de *Anomalina redmondi*

Conjunto de *Globigerinella*, *Guembelina*, *Radiolaria*

Las edades de las zonas de foraminíferos en general viene confirmada según Petters, por la asociación con amonitas en varias localidades situadas en diferentes regiones. Petters indica que el Conjunto de *Globigerinella*, *Guembelina*, *Radiolaria* de la Formación La Luna, en el Valle Medio del Magdalena está asociado a un conjunto de cefalópodos cuya edad se extiende desde el turoniense inferior (Eagle Ford) al coniaciense (Lower Austin). Estas asociaciones son en orden ascendente: *Fagesia*, *Mammites*, *Metoiceras*, *Neophychites* y *Vascoceras* que se encuentran además en la región de Ranchería, Bogotá y el Valle Superior del Magdalena. *Coilopoceras* spp. y *Prionotropis* spp. del turoniense inferior (Eagle Ford) en el Río Cesar, región del Carare y Valle Superior del Magdalena. *Baculites* spp., *Barroisiceras* spp. y *Prionocycloceras* spp. en la región del Carare y Valle Superior del Magdalena.

La Zónula de *Anomalina redmondi* y el Nivel de *Bolivina explicata*, que según Petters puede constituir la porción más alta de la Zónula, se encuentran asociados con *Barroisiceras* spp., *Peroniceras* spp.? y *Texanites* sp. en la cuenca del Carare. La edad sería coniaciense (Lower Austin).

La Zónula de *Marginulina curvisepta* es de edad coniaciense (Lower Austin) según la fauna de Globotruncanas de esta zona. Aunque Petters (1955,

pp. 215) indica que la edad puede ser más moderna (santoniense-campaniense según otros autores) se inclina por una edad coniaciense.

La Zona de *Siphogenerinoides cretacea* corresponde aproximadamente a la Zona de *Pullenia cretacea* de Cushman & Hedberg en la base de la Formación Colón (Petters, 1955). Este autor señala la ausencia de macrofósiles que confirmen la edad de la Zona y la asigna al campaniense (Taylor) de acuerdo con Cushman & Hedberg.

La edad maestrichtiense inferior de la Zona de *Siphogenerinoides bramlettei* viene confirmada por la presencia de *Coahuilites* (*Austrosphenodiscus*) aff. *C. orynskii* Bose, *Solenoceras meekanum* (Whitfield), *Sphenodiscus* sp. y *Helicoceras navarroense* Shumard en el Valle Superior del Magdalena. En la parte meridional del Valle Medio del Magdalena la zona contiene *Nostoceras* sp. y *Solenoceras meekanum* (Whitfield).

Finalmente la Zónula de *Ammobaculites colombianus*, llamada zona por Cushman & Herdberg, es de edad maestrichtiense superior (Navarro) por la asociación con *Coahuilites* sp. y *Sphenodiscus* sp. en la región del Río Cesar.

Petters (1955, figura 4, pp. 218) señala que durante la Zona de *Siphogenerinoides cretacea* y *S. bramlettei* la mayor parte del Valle Medio del Magdalena presenta caracteres de transición entre las provincias de Barco y del Magdalena Superior.

En este orden general de ideas cabe considerar las aportaciones de los análisis espora-polínicos. El diagrama espora-polínico general de Colombia establecido por Van der Hammen (1954 y 1957 a) abarca desde el maestrichtiense al mioceno. En él la base de cada piso coincide con un cambio fuerte en la composición cuantitativa de la vegetación representado por un máximo de *Monocolpites medius*. Cada piso lo divide en tres zonas: A, B y C que corresponden a otras tantas crestas secundarias. Zonas que se hacen coincidir con divisiones de orden cronoestratigráfico: Así la zona A = maestrichtiense inferior; la zona B = maestrichtiense medio y la zona C = maestrichtiense superior (Van der Hammen, 1954). La edad viene comprobada en el maestrichtiense por los foraminíferos y cefalópodos. El valor cronoestratigráfico de este diagrama se discutió ya en otro trabajo (Porta & Solé de Porta, 1962, pp. 71-75). Las variaciones en la amplitud de estas zonas, la asociación con foraminíferos, cefalópodos y las edades asignadas pueden verse en la figura 22.

Bürgl (1959 c) ha desarrollado la idea de que la sedimentación cretácica corresponde a una sedimentación cíclica y hace coincidir dichos ciclos con las unidades cronoestratigráficas. Este autor divide el cretácico en once ciclos menores, que corresponden a los ciclos de los pisos, con una duración aproximada de seis millones de años, y en cuatro ciclos mayores con una duración de dieciocho a veinte millones de años.

Región del Catatumbo.—Cushman & Hedberg (1930) establecen las siguientes zonas de foraminíferos en relación con las unidades litoestratigráficas:

Formación Mito Juan - Zona de *Ammobaculites colombianus*

Formación Colón - Zona de *Siphogenerinoides cretacea* y *S. bramlettei*

Formación La Luna

La mayoría de los foraminíferos de estas zonas así como las de Petters son formas bentónicas y en especial aquellas que determinan sus límites, como ya señaló Petters (1955, figura 5, pp. 219).

La edad de estas zonas según Cushman & Hedberg está en relación con la fauna del cretácico superior de la costa del Golfo de Norte América con la cual presenta algunas formas comunes. Posteriormente Petters (1955) reconoce que la fauna de foraminíferos que citan Cushman & Hedberg de las capas glauconíticas y fosfáticas de la base de la Formación Colón pertenecen a la Zona de *Anomalina redmondi* e indican una edad coniaciense. Bürgl (1961) la considera como coniaciense-santonienense.

Región de los Ríos Ranchería y Cesar.—Gandolfi (1955) en su estudio sobre el género *Globotruncana*, en el norte de Colombia, establece una zonación con base a las especies y subespecies de este género. La Zona de *Marginulina jonesi* en la sección de Manaure representa un posible santonienense. En relación con las zonas de Cushman & Hedberg señala que posiblemente la parte superior de la Zona de *Pullenia cretacea* sea maestrichtiense. El mismo autor pone de manifiesto el desplazamiento de los límites entre las dos zonaciones y la discrepancia que se observa al comparar la distribución de las especies de *Globotruncana* en Colombia y Trinidad, discrepancias que son más considerables si la correlación se extiende con América del Norte y Europa. Redmond (1955) reconoce la existencia de la mayoría de las zonas determinadas anteriormente por Petters (1955).

Valle Medio del Magdalena.—En esta región el cretácico superior consta de las siguientes formaciones según la nomenclatura estandar (figura 7):

Formación Umir

Formación La Luna { Miembro Galemo
Miembro Pujamana
Miembro Salto

Desde la base de la Formación La Luna hasta el techo de la Formación Umir se desarrolla la zonación de foraminíferos propuesta por Petters para el cretácico superior. La edad de estas zonas viene confirmada en parte por asociaciones con cefalópodos. Así la zonación se extendería desde el turoniense al maestrichtiense superior (Hubach, 1957 b y Morales *et al.*, 1958), aunque se admite con dudas la posible existencia del santonienense.

En la parte S del Valle Medio del Magdalena Petters señaló la presencia de la Zona de *Siphogenerinoides bramlettei* en la Formación Cimarrona y estableció la edad de esta formación como maestrichtiense inferior. Aquí faltaría según el mismo autor la Zona de *Ammobaculites colombianus* o estaría representada por sedimentos continentales. Van der Hammen (1957 b, 1958) considera también como maestrichtiense inferior la Formación Cimarrona. Bürgl (1957 a) señala una edad maestrichtiense inferior al Conglomerado del Menal (equivalente al Miembro La Primavera de la Formación Cimarrona) por la presencia de *Siphogenerinoides bramlettei*. Según el mismo autor reconoce el maestrichtiense superior con: *Spiroplectamina semicomplanata*, *Massilina texanensis* y *Eponides bolli*. (Figura 22).

Valle Superior del Magdalena.—En la sección de Girardot-Nariño Bürgl & Dumit (1954) establecen una sucesión estratigráfica cuyas edades abarcan desde el turoniense hasta el maestrichtiense inferior. La edad de esta serie se basa en cefalópodos y foraminíferos. Posteriormente Petters (1955) reconoce la mayoría de las zonas de foraminíferos exceptuando la Zónula de *Marginulina curvisepta* y la Zónula de *Ammobaculites colombianus*.

No es posible establecer una correlación entre las unidades de Bürgl & Dumit con las zonas de Petters. Sin embargo se puede deducir que la Zónula de *Anomalina redmondii* queda por debajo de la Lidita Superior de tal manera que según los cefalópodos asociados a esta zona el coniaciense llega por lo menos hasta la base de la Lidita Superior. En este sentido Bürgl (1957 a) desplaza el límite coniaciense-santoniense hasta la base de la Lidita Superior. Posteriormente Bürgl (1961 a, y 1961 b) vuelve a modificar este límite. Los sucesivos cambios están representados en la figura 6.

Sobre las variaciones del límite superior del coniaciense, ligadas a la presencia o ausencia del santoniense, llamaron ya la atención Hernández & Porta (1963). Más adelante al tratar del Grupo Olini se insistirá en estas oscilaciones que se han presentado en la cronoestratigrafía de la región.

Sabana de Bogotá.—Vamos a considerar en esta región únicamente la parte del cretácico que nos interesa para comprender las relaciones con el área del Magdalena. Desde un principio se consideraron en la Sabana dos grandes unidades: Formación Villeta y Formación Guadalupe (Hettner, 1892). Estas unidades se han ido subdividiendo a medida que se han ampliado los estudios litoestratigráficos. Es Hubach (1957 a) quien sienta la primera subdivisión importante creando una serie de términos fácilmente reconocibles por sus caracteres litológicos. Posteriormente si bien se ha seguido empleando esta misma nomenclatura ha existido una confusión en la aplicación de estos términos como ha señalado repetidamente Julivert (1962 a y b; 1963 a y b). No se va a insistir en hacer un recuento de estas confusiones, únicamente señalamos que lo que se ha llamado Guadalupe Inferior debe considerarse como Villeta tal como propuso La Colombian Society Petroleum Geologists and Geophysicists (1961) y seguida después por Julivert (1962 a y b).

AREA N DE LA BARRERA GIRARDOT-GUATAQUI. CONSIDERACIONES GENERALES

Toda la serie cretácica que aflora en esta región forma parte de lo que llamamos «Barrera cretácica de Girardot-Guataquí». Dentro del área estudiada, la sección más completa y libre de accidentes tectónicos se encuentra por el camino de La Tabla que desde Piedras asciende hasta el caserío de La Tabla. El conjunto tiene una potencia de 575 m y estratigráficamente comprende desde el turoniense hasta el maestrichtiense. Forma parte de un conjunto de estructuras parte de las cuales se hundieron y quedan fosilizadas por el terciario. El borde más oriental de la barrera de Girardot-Guataquí se continúa hacia el NE por la Sierra de Virginia y se extiende por La Virgen hasta más allá de Villeta. Aunque en esta sección no es posible obtener una serie muy detallada que permita una sucesión capa a capa, por la falta de afloramientos limpios, es suficiente

para establecer el detalle necesario que permita conocer las características principales de la sucesión litológica como se indica en la lámina 1.

Anteriormente una parte del cretácico de la barrera Girardot-Guataquí fue estudiada por Bürgl & Dumit (1954) en la sección que ofrece la antigua carretera Girardot-Nariño, estableciendo varias unidades generalmente con carácter informal. La orientación de este trabajo es eminentemente estratigráfica-paleontológica. Posteriormente Raasveldt (1956), en el mapa Fotogeológico Plancha L9 «Girardot», da las principales directrices tectónicas y sigue la estratigrafía de Bürgl & Dumit. Finalmente Téllez & Navas (1962) estudian detenidamente la estructura del área comprendida entre Gualanday, Coello y Doima en la parte suroccidental de la barrera de Girardot-Guataquí. En líneas generales el cretácico se mantiene con unas características casi constantes dentro de esta área.

Vamos a dividir aquí el cretácico en una serie de unidades litoestratigráficas que fácilmente se pueden reconocer en el campo ya que como se ha señalado anteriormente las edades que se pueden establecer son aún muy tentativas y existen numerosas contradicciones que son consecuencia de la falta de ubicación de los fósiles dentro de la sucesión estratigráfica.

En resumen las unidades litoestratigráficas que se van a tratar son las siguientes:

Formación La Tabla

Nivel de Lutitas y Arenas

Grupo Olini { Lidita Superior
 { Nivel de Lutitas
 { Lididita Inferior

Formación Loma Gorda

Formación Hondita

La nomenclatura y equivalencias de estas unidades en relación con la de otros autores se tratará ampliamente al describir cada unidad en particular.

Tanto por el camino de La Tabla como por el de Lomalarga, los estratos terciarios del Grupo Honda se ponen en contacto por falla con unas lutitas oscuras, con impresiones de *Inoceramus*, que corresponden a los sedimentos cretácicos más inferiores que afloran en la región estudiada. El afloramiento es pequeño y está con frecuencia recubierto por el pleistoceno. No se ha podido medir su espesor que es de unos pocos metros.

FORMACION HONDITA

El nombre se ha tomado de la Quebrada Hondita situada al S del camino de Lomalarga. Como sección tipo se ha tomado la sucesión que aflora por el camino de La Tabla. Encima de las lutitas oscuras se encuentra una sucesión formada principalmente por calizas arenosas, con espesores que varían entre unos centímetros y un metro, que alternan con lutitas y shales. Dentro de las lutitas son frecuentes las concreciones calcáreas, generalmente aplastadas, con el

eje mayor dispuesto en el sentido de la estratificación. Algunas de estas concreciones pueden alcanzar un diámetro máximo de hasta 2 m.

El límite inferior de la sucesión es nítido y se coloca donde aparece la primera capa de calizas arenosas. El límite superior con la Formación Loma Gorda es también nítido y viene determinado por la desaparición de las capas de calizas arenosas. En conjunto dentro de la Formación Hondita se pueden distinguir varios niveles. La parte más inferior consta de una alternancia de calizas arenosas con lutitas a veces bien laminadas, de tal manera que constituyen verdaderas shales. Es frecuente que estas lutitas o shales presenten nódulos calcáreos casi siempre de pequeño tamaño. Las capas de calizas arenosas se caracterizan por ser muy delgadas y lajosas. Este conjunto presenta una potencia de unos 25 m.

Sigue a continuación un conjunto predominantemente lutítico con el que alternan las capas de caliza arenosa. Aquí las capas de calizas son menos numerosas y más potentes, aunque existen bancos de 1 cm, normalmente son de 40 y 50 cm y aún pueden alcanzar espesores de 1 m. Las lutitas son generalmente de color claro y no es raro que las de la base presenten un color rojizo. En las lutitas se encuentran abundantes nódulos calcáreos interstratificados, cuyos tamaños oscilan entre los 20 cm y los 2 m. Esta parte de la formación es la más potente y mide aproximadamente unos 50 m. En las shales de color grisáceo se encuentran algunas impresiones de *Inoceramus* sp., posiblemente *I. labiatus*.

El techo de la Formación Hondita viene determinado por una serie de 15 m en la que alternan las calizas arenosas con lutitas. Los bancos de calizas son delgados y se rompen fácilmente en lajas. Los nódulos calcáreos que se encuentran en las lutitas son poco abundantes y de pequeño tamaño.

La curva litológica de la lámina 1, correspondiente a la Formación Hondita, viene determinada por una línea quebrada que oscila entre las lutitas y shales con nódulos calcáreos y las calizas arenosas. A pesar de la monotonía en el trazado de la curva, ésta refleja la separación de la parte inferior y media. En efecto, mientras en la base la curva es más apretada, en la parte media por lo general los puntos se encuentran más espaciados principalmente hacia el lado de las calizas arenosas. Esta disposición es consecuencia natural de una mayor cantidad de lutitas al mismo tiempo que éstas se presentan en capas también más espesas. Hacia el techo de la formación vuelven a presentarse una mayor abundancia de calizas arenosas con una sucesión más apretada que recuerda la parte basal de la serie.

Paleontología, edad y correlación.—Como se ha señalado en la columna estratigráfica, sólo se han encontrado unas impresiones de *Inoceramus* en las lutitas y shales de la parte media. En los nódulos calcáreos no se han encontrado tampoco amonitas. Sin embargo en las calizas arenosas y principalmente en los nódulos calcáreos más pequeños son muy abundantes los restos de foraminíferos planctónicos representados por los géneros *Globigerina* y *Gümbelina* según determinación de Herman Duque. En algunos casos estas formas llegan a ser tan abundantes que son los constituyentes principales de las calizas.

La falta de fósiles en esta parte de la sección no permite la determinación

de la edad. Esta debe deducirse de su posición estratigráfica y en relación con la extensión de estas facies hacia el borde meridional de la barrera de Girardot-Guataquí. En relación con la sucesión estratigráfica dada por Bürgl & Dumit (1954) en la sección de Girardot-Nariño, la Formación Hondita correspondería al turoniense y se correlacionaría con la parte superior del horizonte K7 del Mapa Geológico de Colombia, Plancha L 9 «Girardot» (Raasveldt, 1956). Aunque la sucesión estratigráfica de la lámina 1 es exactamente igual a la de Raasveldt, en líneas generales el límite entre la Formación Hondita y la Formación Loma Gorda coincidiría con el límite turoniense-coniaciense de Bürgl & Dumit (1954). Estos autores extienden el nombre de Horizonte de La Frontera desde la Sabana de Bogotá (al N de Albán, donde tiene su sección tipo) hasta el Valle Superior del Magdalena. Este horizonte es uno de tantos creados con el objeto de dividir la monótona sucesión lutítica del Guadalupe Inferior. Actualmente el Guadalupe Inferior ha pasado a formar parte de la Formación Villeta (Colombia Society of Petroleum Geologists and Geophysicists, 1961 y Julivert, 1963) de tal manera que el Horizonte de La Frontera debe considerarse como parte de la Formación Villeta.

La edad del Horizonte de La Frontera corresponde al turoniense según Bürgl & Dumit (1954) con base en la presencia de *Coilopoceras* aff. *colleti* Hyatt, *Coilopoceras* aff. *grassouvrei* Hyatt, *Thomasites rollandi complanata* Pervinquiere, e *Inoceramus labiatus* Schlotheim. Entre la microfauna se cita: *Gümbelina globulosa* Ehrenberg; *Globigerina cretacea* D'Orbigny, *Bulimina proluxa* Cushman & Parker, *Globotruncana marginata* (Reuss).

Para Hubach (1957 a) la edad del Nivel de La Frontera sería turoniense-coniaciense basal. Bürgl (1959 c) señala que algunos geólogos consideran que el límite entre el turoniense y el coniaciense es gradual por haberse coleccionado *Barroisiceras* debajo de *Coilopoceras*. En la misma publicación Bürgl hace coincidir el Horizonte de La Frontera con los límites entre los ciclos IX y X que corresponden al turoniense y coniaciense respectivamente. Con el tope del «Nivel de La Frontera», se hace coincidir unas veces el límite turoniense-coniaciense (Bürgl & Dumit, 1954; Bürgl en Champetier; 1961) otras se hace ascender colocándolo dentro de los sedimentos que se encuentran entre el Nivel de La Frontera y la Lidita Inferior (Bürgl, 1959 c) para finalmente situarlo dentro del Nivel de La Frontera (Bürgl, 1961 a). Algunas de estas modificaciones están representadas en la figura 7.

La misma fauna conocida no es por el momento suficiente para establecer un límite preciso entre el turoniense y el coniaciense y aún formas como *Inoceramus labiatus* que en Colombia se dieron características del turoniense (Bürgl & Dumit, 1954; Bürgl, 1957 a) e *Inoceramus peruanus* del coniaciense (Bürgl & Dumit, 1954; Bürgl 1957 a) pierden su valor cronoestratigráfico ya que posteriormente Bürgl (1961 b) cita *Inoceramus labiatus* asociado con *Inoceramus peruanus* tanto en el turoniense superior como en el coniaciense inferior de la región de Ortega. De esta manera señala (Bürgl 1961b) que las dos especies tienen una mayor dispersión estratigráfica y se extienden desde el turoniense al coniaciense.

Hubach (1957b, pp. 135) correlaciona la parte inferior (turoniense) del Nivel de La Frontera con el Miembro Salada más el Nivel de *Metoicoceras* del Miembro Galembó en el Valle Medio del Magdalena. Mientras que Bürgl

(1961 a) lo correlaciona con una parte del miembro Pujamana y del Galembó, para volverlo a modificar (Bürgl, 1959 c; aparecido en 1961) en relación con los cambios de edad señalados anteriormente. Estas variaciones quedan reflejadas en la figura 7. En este sentido la correlación de Hubach está más de acuerdo con los datos de las zonas de foraminíferos de Petters (1955).

Ya se han indicado repetidamente los peligros que implica la extensión de los nombres de estas unidades fuera del área tipo, especialmente cuando presentan cambios de facies y variaciones importantes en los espesores. En estas condiciones los errores se agrandan al hacer coincidir los límites litológicos con los límites de las unidades tiempo, porque en estos casos tales unidades suelen cruzar la línea del tiempo. En el caso particular del Horizonte de La Frontera Bürgl (1959 c, pp. 103) lo señala como un nivel muy variable tanto en facies como en espesor e indica explícitamente que «no tiene ni base ni tope preciso».

Estas consideraciones son un claro exponente de que muchos de los Niveles llamados Guía cruzan la línea del tiempo. En consecuencia la edad de un Nivel en una determinada localidad no aconseja en estas condiciones extenderlo a regiones alejadas. Por otra parte existe la posibilidad de un paso gradual como ya se ha señalado. Consecuencia de esta imprecisión en la fauna son las oscilaciones de este límite.

Como se verá en toda la sucesión del cretácico superior los límites entre los diferentes pisos se han hecho coincidir con cambios litológicos y casi siempre con las unidades litoestratigráficas.

Si bien la microfauna señalada por Bürgl & Dumit (1954) en el Horizonte de La Frontera de la sección Girardot-Nariño tiene una amplia dispersión estratigráfica, la presencia de *Coilopoceras aff. colletei* Hyatt e *Inoceramus labiatus* indican una edad turoniense. El límite turoniense-coniaciense es por el momento difícil de establecer y se deja impreciso como se indica en la lámina 1 y en la figura 4.

FORMACION LOMA GORDA

Consta de lutitas y shales con grandes intercalaciones de nódulos calcáreos de hasta 1 m de diámetro que alternan con bancos de arenitas y algunas capas de cherts. El espesor de la formación es de 167 m y viene limitada en la base por la Formación Hondita y en el techo por la Lidita Inferior del Grupo Olini. Ambos límites son nítidos. El nombre procede de la Loma Gorda, situada entre los caminos de Lomalarga y La Tabla en el Municipio de Piedras.

Esta formación corresponde en parte a lo que Bürgl (1961b) llamó «Horizonte de Ruedas de Carreta». A pesar de que no se aplica este nombre es conveniente hacer un breve resumen de la historia de este nivel que tiene un importante papel, especialmente su parte superior, en las oscilaciones del límite coniaciense-santonense.

El nombre de «Horizonte de Ruedas de Carreta», o la versión inglesa Wagon Wheel Formation, fué dado a conocer por Bürgl (1961b). Aunque en esta publicación Bürgl manifiesta claramente que estos nombres

fueron utilizados por Bürgl & Dumit (1954), en dicha publicación no aparece ninguno de los dos nombres si bien al hablar del coniaciense indican la presencia de las grandes concreciones calcáreas a las que alude este nombre. Tampoco Raasveldt (1956) utiliza estos nombres en su Mapa Geológico Plancha L9 «Girardot». No obstante menciona el nombre de «ruedas de carreta» al referirse a las grandes concreciones que se encuentran en los esquistos de la parte media del coniaciense.

A pesar de que estos nombres no se emplean en sentido litoestratigráfico hasta Bürgl (1961a), se puede deducir que corresponde a lo que Bürgl & Dumit (1954) y Raasveldt (1956) consideran como la parte media del coniaciense inferior. Este horizonte fue reconocido también en la región de Gualanday-Coello (Téllez & Navas 1962). Estas comparaciones y equivalencias se hallan representadas en la figura 4.

Sucesión litológica.—El límite inferior de la Formación Loma Gorda es nítido y se coloca donde termina la presencia de las calizas arenosas. A juzgar por la estratigrafía que dan Bürgl & Dumit (1954), la base del coniaciense debe coincidir aproximadamente con este límite ya que en su muro aparecen las primeras capas de cherts o liditas. Sin embargo estos autores señalan que el límite coniaciense-turoniense no presenta casi diferencias litológicas.

La formación empieza por un nivel de lutitas y shales grisáceas con abundantes nódulos calcáreos de forma discoidal, cuyo diámetro máximo, que puede alcanzar más de 1 m, se dispone paralelo a los planos de estratificación. Este nivel tiene un espesor de 20 m. Siguen después shales y lutitas interestratificadas con capas de cherts generalmente en espesores de 2, 8 y 10 cm; hacia el techo empieza ya la aparición de laminitas de arenitas de grano muy fino, con concreciones calcáreas. Después de un potente banco de lutitas grisáceas, sin concreciones ni intercalaciones de ninguna clase, viene una serie de unos 69 m en la que alternan las lutitas y las arenas. En toda esta parte de la sucesión son frecuentes las grandes intercalaciones de concreciones calcáreas siempre en la misma posición, es decir, interestratificadas con las lutitas y con el eje mayor paralelo a los planos de estratificación.

El techo de la Formación Loma Gorda está limitado por el primer banco de chert que corresponde a la Lidita Inferior del Grupo Olini.

La curva litológica señala también una marcada diferencia con la formación infrayacente. En líneas generales toda la curva se encuentra desplazada hacia la izquierda de tal manera que se manifiesta no sólo la aparición de los bancos de arenas y arenitas sino también su importancia; al mismo tiempo que denota la presencia de liditas y cherts hacia la base de la formación. Evidentemente las arenas y las arenitas predominan hacia el techo coincidiendo en general con un mayor espesor de los bancos.

En la columna estratigráfica de Bürgl & Dumit (1954) lo mismo que en la de Raasveldt (1956) las grandes concreciones calcáreas están localizadas en la parte media del coniaciense inferior (= al horizonte K 6a), aunque ellas se pueden extender hasta la parte superior del Nivel de Lutitas y Arenas, situado debajo de la Lidita Superior, siendo por lo general más pequeños. Sin duda la presencia de las concreciones calcáreas no constituye un buen carácter para la determinación de un nivel u horizonte, en este caso el «Horizonte de Ruedas de

Carreta» ya que ellas se encuentran distribuidas no sólo por toda la formación sino que se pueden extender hasta niveles estratigráficos mucho más altos. El tamaño tampoco revela en este sentido ninguna característica ya que en el techo de la formación aparecen también grandes nódulos calcáreos (lámina 1). Ya Bürgl (1961 b) señaló la presencia de estas concreciones calcáreas en la región de Ortega, Valle Superior del Magdalena, a partir de la parte media y superior del turoniense; sin embargo sólo al hablar del coniaciense de la misma región emplea el término «Horizonte de Ruedas de Carreta» refiriéndose a la sección de Girardot-Nariño descrita por Bürgl & Dumit 1954. La presencia de nódulos calcáreos en niveles estratigráficos más altos fue puesta de manifiesto por Télles & Navas (1962) en la región de Gualanday-Coello donde se encuentran hasta la Lidita Superior y señalan además que la cantidad de los nódulos varía con los niveles. En el área de Piedras-Guataquí, más concretamente entre la Quebrada del Mal Paso y Guataquí, los nódulos calcáreos se encuentran en niveles situados por encima de la Lidita Superior donde llegan a ser bastante numerosos. En consecuencia estas concreciones calcáreas se hallan ampliamente distribuidas tanto en el área de Girardot-Guataquí como en la región de Ortega y por su amplia dispersión estratigráfica no se pueden emplear para caracterizar un nivel litológico.

Paleontología, edad y correlaciones.—Localmente la sección de Piedras-La Tabla no es muy fosilífera. En la formación Loma Gorda se han recogido algunas impresiones de *Inoceramus* sp., casi siempre mal conservadas, que no permiten una determinación específica. Solamente en un caso se ha podido determinar un ejemplar de *Inoceramus peruanus* en las lutitas de la parte media. Las concreciones calcáreas, con mayor frecuencia las de pequeño tamaño, presentan una fauna de amonitas. De ellas se ha determinado *Peroniceras* sp. En otras localidades las mismas capas son más fosilíferas. En la serie que aflora por el camino de la Quebrada de Luní, de las concreciones situadas en la parte media de la serie, se determinaron: *Inoceramus peruanus*, *Monotis* sp., y *Peroniceras* (*Gauthiericeras*) *bajuvaricum*. De la parte alta de la misma sección Hernández & Porta (1963) describieron un fragmento de dentario de Ictiosaurio atribuible a las familias Mixosauridae o Shastasauridae. En la sección de Girardot-Nariño las concreciones calcáreas son bastante ricas en amonitas (Bürgl & Dumit, 1954).

A juzgar por el conjunto de la fauna que se ha encontrado en las diferentes localidades, ésta tiene sin duda un aspecto coniaciense sin que permita por el momento establecer divisiones de orden menor como han sugerido Bürgl & Dumit (1954) y Raasveldt (1956). Podemos concluir que las faunas conocidas de la Formación Loma Gorda revelan la existencia del coniaciense, aunque sus límites precisos son actualmente imposibles de señalar.

En íntima relación con la edad está la correlación con otras formaciones. Directamente no se ha establecido correlación con otras formaciones. Indirectamente de los cuadros de correlación que da Bürgl (1961 a, pp. 167, Tabla 2; 1959 c, pp. 110, Tabla 1) se puede deducir que la Formación Loma Gorda corresponde a una parte del Miembro Galembó de la Formación La Luna en el Valle Medio del Magdalena. Teniendo en cuenta que la edad de la Formación Loma Gorda es probablemente coniaciense debe corresponder en consecuencia al Conjunto de *Globigerinella*, *Guembelina* y Radiolaria; la parte más alta debe equivaler a la Zónula de *Anomalina redmondi* y al Nivel de *Bolivina ex-*