

Desde muy antiguo se viene correlacionando la Serie de Honda con la Serie del Real. Esta correlación se ha establecido con base a la posición estratigráfica de ambas series. La ausencia de datos paleontológicos dificulta establecer una correlación segura entre ambos grupos. Tomando como base la presencia de material efusivo en el Honda superior, en el sentido clásico, se ha establecido la correlación con el Real. Lógicamente quedan excluidas de esta correlación todas aquellas establecidas por los autores que consideran al Gualanday y Barzalosa como Honda inferior u Honda «no andesítico» (Scheibe, Anderson Stutzer) de la misma manera quedan excluidos los que conllevan confusiones del Honda con el Mesa.

En todas las correlaciones figuran, pues, el Honda superior como equivalente al Real. Es Butler (1942) el primero que plantea la correlación completa del Honda con el Real. Este mismo criterio ha seguido Anderson (1945). La presencia de abundante hornblenda y minerales opacos en menor cantidad ha sido establecida por Butler (1942) como una característica de la Serie de Honda al tiempo que la señala como un criterio positivo para correlacionar el Honda con el Real.

Un hecho importante es que en ninguna de las descripciones litológicas de la Serie o Grupo Real, figura la presencia de cantos de rocas efusivas entre las gravas. En este sentido la correlación entre el Honda y el Real basada en la presencia de material efusivo necesita algunas consideraciones. Mientras Wheeler señala que la presencia de hornblenda procede de las rocas efusivas, Butler remarca que en el Honda «no andesítico» se encuentra igualmente hornblenda aún cuando es notoria la ausencia de cantos de rocas efusivas. El mismo autor admite que una considerable cantidad de hornblenda deriva de las rocas intrusivas de la Cordillera Central donde este mineral es el principal componente ferromagnésico.

Anderson (1945, figura 13) establece con base a la presencia de hornblenda, una correlación entre las divisiones de Butler y las diferentes formaciones del Real. Así la Formación La Lluvia y la mitad inferior de la Formación Chontorales, sin hornblenda, se corresponderían con la mayor parte del Honda no «andesítico» de Butler. La mitad superior de la Formación Chontorales, donde la hornblenda se presenta esporádicamente, se correspondería con el techo del Honda. Las formaciones Hiel y Enrejado donde la hornblenda es muy abundante equivaldrían al Honda superior o «andesítico»; o sea a la Formación San Antonio de este trabajo. Finalmente la Formación Bagre presenta de nuevo una ausencia de hornblenda que Anderson correlaciona, acuñándola, con el límite Honda-Mesa. La Formación Bagre se correlacionaría en este sentido con la Formación Los Limones donde la hornblenda es muy escasa y en muchas capas completamente ausente. No se debe olvidar que la falla de Cambrás corta diagonalmente los estratos y que por este motivo hacia el N de Honda solo afloran los sedimentos cada vez más inferiores del Grupo Honda.

Anderson señala que a través del Valle del Magdalena la zona rica en hornblenda va disminuyendo en espesor de S a N ya en el N de Sogamoso, en Aguas Claras, es prácticamente ausente.

La completa ausencia de datos paleontológicos no permite establecer una correlación cronoestratigráfica con bases seguras entre el Grupo Honda y el Grupo Real. Seguramente deben ser en parte contemporáneos, pero es imposible en el momento actual afirmar o negar si esta contemporaneidad se establece ya a partir de las respectivas bases de ambas unidades.

Taborda (1950) correlaciona el Honda con una parte del Real de tal manera que las bases de ambas unidades no serían correlativas.

CORRELACION DEL GRUPO HONDA CON EL VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA

No vamos a referir aquí las correlaciones establecidas por cada uno de los autores por cuanto la mayoría de ellas fueron vistas al tratar de las correlaciones entre las nomenclaturas dentro del extremo S del Valle Medio, persistiendo los mismos errores puesto que en realidad la mayoría de geólogos aplicó a este sector, la nomenclatura que tiene su área tipo al S de Girardot. Señalaremos pues aquellas correlaciones que sí aportan nuevos datos o planteen nuevos problemas. Dentro de este orden merece citarse la división que establece Royo y Gómez (1942) dentro del Honda: una parte inferior «no andesítica» y una parte superior «andesítica». En este sentido la división del Honda se relaciona con la de Butler (1942) ya que Royo y Gómez considera el Gualanday como una unidad independiente situada debajo del Honda. Es importante el hecho señalado por Royo y Gómez (Op. Cit., pp. 268) en la región situada al N de Villavieja, sobre la presencia dentro del Honda inferior, de cantos de rocas efusivas. Sedimentos que aparecen en los bordes de los terrenos más antiguos.

Teniendo en cuenta la descripción de Royo y Gómez, sin duda todos estos sedimentos, litológicamente deben colocarse por definición dentro del Honda superior u Honda «andesítico» y así lo ha señalado Fields (1959) al referirse a estos depósitos.

Henaó (1950) y Stirton (1953) consideran que los sedimentos de Coyaima, que contienen cantos de rocas efusivas, corresponden al Grupo Honda. Sedimentos que descansan sobre un conjunto que por su facies correspondería al Gualanday.

Fields (1959) confirma en el Valle Superior del Magdalena la división del Honda establecida por Butler. Es así como litológicamente coloca los sedimentos de Coyaima en el Honda «no andesítico» y los de La Venta en el Honda «andesítico».

La correlación así establecida entre las dos cuencas no presenta ningún problema y se manifiesta que litológicamente el Grupo Honda es una unidad que cortaría de S a N la línea del tiempo. Existen aquí algunos puntos que se deben analizar minuciosamente. De acuerdo con Stirton los sedimentos de Coyaima contienen cantos de rocas efusivas. Luego, litológicamente deben colocarse en el Honda «andesítico» por definición de esta unidad. Si se examinan los datos de Fields (1959) presentados en las tablas 2 y 4 se observa como en Coyaima la proporción de hornblenda no difiere mucho de la que aparece en La Venta. De dos muestras procedentes de Coyaima una tiene 0,5% y

otra 2 0/0; cantidades que no difieren excesivamente de los porcentajes que presentan la mayoría de las muestras de La Venta donde muchas de ellas tienen un porcentaje de 2 0/0 y aún de 1 0/0 y dos contienen solo trazas. Si bien es cierto que solo dos de ellas alcanzan un 10 0/0.

Partiendo pues de la definición del Honda «andesítico» se deben incluir forzosamente los sedimentos de Coyaima dentro de esta unidad.

Si se considera el Honda tal como lo definió Butler (1942) y con sus divisiones clásicas tenemos que admitir los siguientes puntos:

- I En todo el Valle Superior del Magdalena, con los datos de que se disponen actualmente, el Grupo Honda es incompleto en relación con el Honda en su localidad y área tipo.
- II Si se hubiera sedimentado el Honda «no andesítico» debería situarse debajo de los sedimentos de Coyaima y su edad correspondería por lo menos al oligoceno superior.
- III Si se ha depositado en los alrededores de La Venta el Honda inferior u Honda «no andesítico», no aflora actualmente debido a la pequeña magnitud de los plegamientos que no han permitido su erosión, como ha señalado Fields (1959, pp. 529-430).
- IV Se desconocen actualmente los sedimentos que correspondan al mioceno inferior y por lo tanto su naturaleza litológica.

No es posible por el momento valorar la discordancia que se manifiesta en Coyaima, basándose en que el Honda reposa sobre el Gualanday como han señalado Henao (1950) y Fields (1959), tanto por las variaciones de facie que existen en estas formaciones como por la falta de datos paleontológicos que permitan encuadrarla dentro del tiempo. Tómese en cuenta que se desconoce no solo si las capas sobre las que se apoya el Honda corresponden verdaderamente al Gualanday, en el sentido de la localidad tipo, sino también la edad de estas capas. No olvidando tampoco el escaso valor que representan estas discordancias generalmente de orden local.

Fields (1959, pp. 429) ya entrevé la posibilidad de que la sedimentación del Grupo Honda no haya comenzado al mismo tiempo en toda la cuenca del Valle del Magdalena. Recientemente se hallaron frente a Natagaima, en la orilla oriental del Magdalena, unos molares de *Notonguladon* que corresponden al género *Argyrohippus* (*) lo que daría una edad oligocénica a estos sedimentos. Evidentemente la hipótesis de Fields no solo tendría validez para el Valle del Magdalena, considerado como una sola unidad sino que se aplicaría incluso dentro del Valle Superior desde Girardot hacia el S. Existen algunas evidencias geológicas que permiten considerar que el Valle Superior se encontraba durante el Honda dividido en varias cuencas independientes en las que la sedimentación no habría empezado simultáneamente. Faltan sin embargo estudios estratigráficos y paleontológicos que permitan corroborar definitivamente estos puntos.

Se puede concluir que litológicamente el Grupo Honda del Valle Superior debe correlacionarse con la Formación San Antonio (Honda Superior u Honda «andesítico» del Valle Medio), sin entrar por el momento en correlaciones más detalladas.

(*) Actualmente en estudio.

Si se acepta la edad miocénica del Grupo Honda en el Valle Medio evidentemente esta unidad cortaría la línea del tiempo: oligoceno en el Valle Superior, mioceno en el Valle Medio.

Sin conocer las edades del Honda ni la de muchas otras formaciones geográficamente más alejadas, es completamente inconsecuente intentar establecer correlaciones con otras partes de Colombia. Remitimos en este sentido a Van der Hammen (1958, plancha I, IV) con todas las reservas ya expuestas en relación con el terciario de Colombia (Porta, 1962).

CONDICIONES DE SEDIMENTACION DEL GRUPO HONDA

Por la naturaleza litológica, el tipo de sedimentación y la ausencia de fósiles marinos el Grupo Honda se depositó en un medio continental de tipo lagunar. No conocemos directamente la estratigrafía detallada de la Formación Cambrás, pero según la descripción de Butler (1942) se trata de una sedimentación alternante de materiales detríticos gruesos con capas de lutitas. Esta parte basal del Honda señala una alternancia de corrientes más o menos rápidas con períodos de sedimentación tranquila que corresponderían a las lutitas.

Este tipo de sedimentación se continuaría durante el Miembro Flor Colorada de la Formación San Antonio. Los valores de la mediana del Miembro Flor Colorada y la presencia de una gran cantidad de arena, señalan una sedimentación sin fuertes avenidas. La existencia de algunas estructuras como la estratificación oblicua, que se da siempre en bancos de arenas de grano fino y medio, es propia de canales con poca pendiente. A los lados de estos canales las inundaciones son periódicas permitiendo que se establezca una sedimentación laminar con bancos bien definidos y generalmente delgados dando así lugar a que un banco uniforme se divida en un conjunto de bancos.

Esta sedimentación más bien tranquila cambia con el Miembro Los Cocos. El aumento de la mediana y en general del tamaño del grano, son indicadores de una sedimentación rápida que seguramente está en relación con la elevación paulatina de la Cordillera Central. Si bien la granulometría señala que se trata de sedimentos normales, hay una tendencia a disminuir ligeramente la fracción de los gránulos, sin que esto signifique que las gravas sean completamente bimodales. Este tipo de sedimentación se mantendría bastante constante dada la homogeneidad de la sucesión estratigráfica, la falta de bancos lutíticos, incluso a veces de interbancos, y el espesor de los bancos relativamente grande. En los pocos bancos arenosos que se encuentran intercalados aparece casi siempre una estratificación cruzada, con lentejones de gravas indicando aún así la existencia de una sedimentación poco tranquila. Hacia la parte superior del miembro la sedimentación tiende a ser más lenta intercalándose ya algunos niveles importantes de materiales finos: condiciones que se siguen en la base del Miembro La Ceibita. De nuevo este régimen se ve alterado por una sedimentación detrítica muy gruesa, con fuertes corrientes en relación con una estratificación desordenada con multitud de lentejones de gravas y arenas y aún lutitas que dan lugar a la existencia de una masa potente sin ningún indicio de estratificación. En la parte superior del miembro la sedimentación se hace mucho más regular, de tipo más fino y alternando bancos de arenas con bancos de lutitas, aproximadamente del mismo espesor. Parece que estas condiciones constituyen un preludio de lo que será la sedimentación en la Formación Los Limones. Efectivamente,

el paso de la Formación San Antonio a la Formación Los Limones es gradual en este aspecto. Durante todo el tiempo la sedimentación es tranquila, con una alternancia de arenás y lutitas que se manifiesta de una manera muy regular. Corresponde esta formación a las condiciones más apacibles que se registrarán durante el Honda.

El origen de los materiales del Grupo Honda está sin duda en la Cordillera Central y en relación con la abundancia de materiales metamórficos y aún de rocas intrusivas y efusivas. Por lo menos durante las formaciones Cambrás y San Antonio los materiales procederían de la Cordillera Central.

El problema que se presenta ahora está en precisar si la Cordillera Oriental participó también en la construcción de esta parte del Honda suministrando sedimentos.

Suescún & Taborda (1949) determinan la existencia de aportes procedentes de la Cordillera Oriental, gracias a la formación de un canal que coincidió con el actual cauce del Río Seco. Es el canal que estos autores denominan del NE. Indican además que los detríticos procederían particularmente del cretácico superior.

Es evidente que durante la sedimentación del Honda la falla de Cambrás había elevado su labio oriental, pero quedando un relieve bajo sobre el que se produciría una erosión muy lenta y suave. En todo el Honda las únicas rocas sedimentarias corresponden a las lilitas y a los cherts. Faltan completamente los cantos de areniscas ortocuarcíticas y protocuarcíticas que forman el cretácico superior. Los cantos de lilita y cherts son petrográficamente muy diferentes a los que se encuentran en el cretácico.

Suescún & Taborda (1949) reconocen ya que no ha sido posible encontrar fósiles en ellos. En estos niveles del cretácico son muy abundantes los fósiles en especial los foraminíferos. En estas condiciones el cretácico de la Cordillera Oriental aporta muy poca cantidad de clásticos. Se podría pensar que los aportes cretácicos se concentrarían en la fracción arena, pero en todas las secciones estudiadas del Honda los fragmentos de rocas corresponden en su mayoría a rocas de tipo metamórfico.

Se ha citado como un carácter del Grupo Honda la presencia de cemento calcáreo tanto en las concreciones como en las arenas. Es muy posible que el carbonato cálcico proceda de las aguas sobresaturadas que drenaban en la Cordillera Oriental en las áreas en que afloraban las calizas cretácicas como ya señaló Butler (1942, pp. 816), pero no debemos olvidar que en la Cordillera Central existían franjas de calizas metamórficas que podrían contribuir a la cantidad de carbonato cálcico en disolución que contenían las aguas.

Se puede concluir que durante la sedimentación de la Formación San Antonio los clásticos gruesos procedían exclusivamente de la Cordillera Central y que el bajo relieve de la Cordillera Oriental permitía una erosión muy lenta.

La sedimentación fue permanente a través de varios canales. La sedimentación presentó períodos de tranquilidad con una sedimentación lenta, durante los cuales grandes extensiones de la cuenca quedaban en condiciones subaéreas con predominio de los fenómenos de oxidación que dieron lugar a la formación de las capas lutíticas de colores rojizos. Estas condiciones no son incom-

patibles con períodos de sequía y elevada evaporación bajo cuyo régimen se formarían las concreciones de areniscas como indicó ya Fields para el Honda, en las regiones de La Venta, en el Valle Superior del Magdalena.

Al pasar de la Formación San Antonio a la Formación Los Limones tiene lugar un cambio brusco en las condiciones de sedimentación. El tamaño del grano, la falta de gravas, de lentejones y la homogeneidad de los sedimentos hablan en favor de una erosión y una sedimentación lenta. La naturaleza mineralógica de las arenas induce a pensar que en la Cordillera Oriental se encontraba la principal fuente de los sedimentos. La ausencia de rocas intrusivas y efusivas así como el pequeño porcentaje de rocas metamórficas es muy significativo. De otro lado se registra la presencia de fragmentos de areniscas en proporciones si se quiere bajas, pero condiciones que nunca se presentaron en el resto del Honda. Los minerales pesados forman también una asociación bien diferente. Ha desaparecido la hornblenda que en la muestra con el porcentaje más alto no alcanza un 3% y son en cambio abundantes los minerales opacos: magnetita e ilmenita y en menor proporción el circón y el rutilo. Son raros el granate y la estauroilita. Asociación que en nada recuerda la que se presenta en la Formación San Antonio.

Se puede argumentar que la erosión lenta de un relieve bajo, acompañada de una sedimentación también lenta produce unos sedimentos finos y con un relativo grado de madurez, con lo cual los aportes podrían proceder de la Cordillera Central. Sin embargo, condiciones análogas reinaron durante la sedimentación de algunos niveles en la Formación San Antonio sin llegar a producir la desaparición de los feldespatos y de la hornblenda. De la misma manera Fields señala en las Capas Rojas de La Venta unas condiciones sedimentarias muy parecidas y sin embargo las capas conservan aún los materiales procedentes de la Cordillera Central.

Si se hubieran registrado unas condiciones tan extremas capaces de producir este grado de madurez, porqué se conservarían los fragmentos de arenitas? Qué factores producen entonces este cambio en la sedimentación?

La Formación Los Limones va ligada a la presencia de la falla de Honda que actuaría a manera de umbral elevando y basculando hacia el E a la Formación San Antonio. Así se establece una laguna independiente que se nutre de los pequeños aportes procedentes de la Cordillera Oriental, ya ligeramente elevada por la falla de Cambrás, y quizás también de los aportes suministrados por la Formación San Antonio que empezaría a emerger. Bajo estas condiciones no es raro que en los bordes más occidentales de esta laguna la Formación Los Limones se depositara discordante sobre la formación subyacente mientras que hacia el centro de la misma la sedimentación sea concordante y continua. La erosión posterior ha barrido los sedimentos más exteriores, debido a la inclinación de las capas, estableciéndose una red hidrográfica consecuente que ha erosionado también una parte de la Formación San Antonio.

Una sedimentación tranquila permitiría que grandes extensiones se mantuvieran en condiciones subaéreas favoreciendo los fenómenos de oxidación que dieron lugar a esta facies roja. No hay que olvidar que la mayoría de las series

del terciario presentan sedimentos rojos y que en parte el color de la Formación Los Limones puede derivar de los materiales resedimentados.

La falla de Honda sería pues el factor primordial que explicaría la ausencia de los sedimentos rojos en la sucesión del Honda situada al occidente de este accidente.

En conjunto el Grupo Honda se depositó en una amplia llanura inundable en la que se desarrollaban abundantes lagunas comunicadas entre sí por canales que rodeaban áreas emergidas en las que se establecían pequeños bosques como señala la presencia de numerosos troncos fosilizados sin presentar señales de transporte. El tipo de sedimentación evidencia un cambio del paisaje en el espacio y en el tiempo como ha señalado Fields (1950) para el Valle Superior, ha causa de que los canales divagarían en esta plana de inundación en relación con cada una de las avenidas relacionadas probablemente con un rejuvenecimiento del relieve y con un aumento de la pluviosidad.

La ausencia de restos fósiles no permite aquí un estudio más detallado de las condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

Los estratos terciarios que Hettner denominó «Series de Honda» se extienden por el Valle Medio del Magdalena desde Guataquí hasta más al N de La Dorada. En este trabajo se eleva el Honda al rango de Grupo distinguiéndose en él tres unidades con categoría de formaciones que de abajo hacia arriba son: Formación Cambrás, Formación San Antonio y Formación Los Limones. Así definido el Honda queda limitado por la base y en contacto normal, con el Grupo Colorado, mientras que el límite superior no está conocido y viene determinado por la falla de Cambrás. La disposición actual de la estructura en este sector del Valle Medio hace necesario considerar dos secciones separadas por la falla de Honda. La sección oriental es la más completa y se propone como tipo para las formaciones San Antonio y Los Limones. Ella aflora a lo largo de la carretera de Honda, desde esta población hasta la falla de Cambrás donde el Honda entra en contacto con el cretácico superior (Formación Cimarrona).

La Formación Cambrás corresponde al Honda inferior u Honda «no andesítico», que no aflora en la región estudiada, y que se caracteriza por bancos de arenas y gravas de cantos con rocas intrusivas, metamórficas y sedimentarias que alternan con capas de lutitas. Sigue la Formación San Antonio con una característica importante: la presencia de cantos de rocas efusivas en su composición. Esta formación equivale al Honda de Hettner y al Honda superior u «Honda andesítico» de Butler. En su interior se pueden distinguir tres miembros: *Flor Colorado* con una potencia de 422 m caracterizado por una alternancia de bancos de arenas con lentejones de gravas y lutitas; en la fracción cantos las rocas metamórficas más cuarzo tienen en general porcentajes más altos que las sedimentarias. Miembro *Los Cocos* con un predominio absoluto de gravas en bancos masivos. Entre los cantos dominan las rocas sedimentarias. Tiene un espesor de 271 m. Miembro *La Ceibita* con clásticos gruesos en la base y más finos en la parte superior. Los cantos de rocas metamórficas más cuarzo pre-

dominan sobre las sedimentarias. Las rocas efusivas alcanzan los porcentajes más elevados de toda la formación especialmente en la parte superior. Los bancos son masivos y en conjunto registra un espesor de 437 m.

Dentro de la Formación San Antonio, en la fracción cantos, todas las rocas sedimentarias están representadas por las liditas y los cherts. La aplicación del índice de Plumbey pone de manifiesto que el porcentaje de cantos de las rocas metamórficas, es más elevado que el cuarzo en los miembros Flor Colorado y La Ceibita, mientras que tienden a igualarse en el Miembro Los Cocos. Las liditas también son más abundantes que el cuarzo en todos los miembros aunque en menor proporción que las rocas metamórficas, excepto en el Miembro Los Cocos. Los cherts están siempre en una proporción equilibrada con el cuarzo menos en el Miembro Los Cocos donde son más abundantes. Por último las rocas efusivas e intrusivas, si bien están presentes en toda la Formación San Antonio, siempre están representadas por valores muy bajos en relación con el cuarzo.

Las arenas de la Formación San Antonio son arcosas con cemento calcáreo lo mismo que las concreciones arenosas. Los minerales pesados se caracterizan por la abundancia de hornblenda, magnetita e ilmenita y en menor proporción estauroлита, silimanita y granate.

La Formación Los Limones representa una facies roja de arenas y lutitas. Sin rocas efusivas e intrusivas. Las metamórficas están en muy baja proporción. Aparece un elemento nuevo en su composición: los fragmentos de arenitas. La asociación de minerales pesados se caracteriza por la ausencia de hornblenda y la abundancia de magnetita e ilmenita junto con rutilo y circón.

En la sección occidental el Honda aflora incompleto y se puede reconocer la parte superior de la Formación San Antonio representada por el Miembro La Ceibita. Falta la Formación Los Limones de tal manera que la parte superior del Honda queda determinada por el contacto con la Formación Mesa. El Honda es transgresivo sobre las rocas intrusivas y metamórficas que forman el flanco oriental de la Cordillera Central.

El nombre de Honda que se extendió al Valle Superior del Magdalena corresponde litológicamente al Honda «andesítico».

La falta de datos paleontológicos en esta región no permite asignarle una edad segura. Por su posición estratigráfica se ha determinado como mioceno. En el Valle Superior la presencia de una fauna de Vertebrados indica que el Honda se extiende desde el oligoceno superior hasta el mioceno superior. Teniendo en cuenta estos datos el Grupo Honda es una unidad litoestratigráfica que cortaría de S a N la línea del tiempo.

Aunque no existen pruebas definitivas el Honda se ha correlacionado con el Grupo Real del Valle Medio.

El Grupo Honda se ha depositado en una plana de inundación en la que se desarrollaron varias lagunas. Los materiales proceden principalmente de la Cordillera Central durante las formaciones Cambrás y San Antonio. Estos sedimentos están en relación con un período de elevación de la Cordillera Central. La Formación Los Limones se deposita en una laguna independiente y los

materiales proceden de la Cordillera Oriental gracias a que la falla de Honda desempeña el papel de umbral impidiendo la llegada de los clásticos de la Cordillera Central. El predominio de los fenómenos de oxidación explicaría las facies rojas que caracterizan la formación.

Anteriormente a la sedimentación del Honda y probablemente durante este tiempo tiene lugar una fase volcánica en la Cordillera Central que suministrará una buena cantidad de material durante el Honda y que se extenderá hasta la Formación Mesa y hasta el pleistoceno.

FORMACION MESA

Hettner (1892) fue el primero que empleó el nombre de «formación de mesas tobáceas» para designar a las capas horizontales que afloran al W de la población de Honda y constan primordialmente de material efusivo. Como el nombre de esta unidad se extendió también al Valle Superior y hasta el área de Casabe-Cantagallo en el Valle Medio, y no siempre se aplicó en el mismo sentido, vamos a considerar por separado el resumen histórico de cada una de estas áreas.

Resumen histórico de la Formación Mesa en el Extremo S del Valle Medio.—Stille (1907) interpreta esta formación de Hettner como correspondiente a la Formación Honda. Este mismo error cometen sucesivamente Anderson (1927), Irisari (1929) y Grosse (1935). Wasburne & White (1923) son los primeros en utilizar el nombre de Formación Mesa exactamente como se emplea en la actualidad dando la siguiente descripción: «Más o menos 1.000 pies de espesor. Material piroclástico y clástico. Compuesta de arenitas, pumita, ceniza volcánica con lentejones de conglomerado y caolinita alternando. Capas ligeramente inclinadas». Weiske (1938) sigue empleando el nombre de Formación Mesa, pero en los alrededores de Beltrán, en Guacamayas, la confunde con el Miembro La Ceibita (Honda «andesítico») precisamente por el aumento de cantos de rocas efusivas que se registra en la parte superior de este miembro, carácter que lo acerca a la Formación Mesa. Esta confusión la señalamos ya al tratar de la edad del Grupo Honda. Stutzer (1934) separa perfectamente la Formación Mesa del Honda, pero llama al primero «Diluvio» por considerar que se trata de un depósito regional de edad reciente. Tanto Weiske como Stutzer mencionan el error de Stille al considerar el Mesa de Hettner como Honda. Hubach (1931) y Butler (1939) emplean correctamente el nombre de Mesa.

Butler (1942) es el autor que hasta el presente ha tratado más a fondo la estratigrafía y geología de los alrededores de Honda. Señala la ausencia de localidad tipo para la Formación Mesa y sugiere para ella la parte noroccidental de la población de Honda, aunque reconoce que la base de la formación no está expuesta en dicha localidad.

Suescún & Taborda (1949) aplican también el nombre de Formación Mesa a unos depósitos que se encuentran encajados en el Honda, concretamente en el límite entre los miembros Los Cocos y La Ceibita, justamente donde la carretera abandona al Río Magdalena. Este afloramiento corresponde a unos sedimentos pleistocenos.

Raasveldt & Carvajal (1957) cartografían la Formación Mesa en el área comprendida entre Cambao y unos 15 km al N de Honda. Van der Hammen (1958) menciona la Formación Mesa como una sucesión de conglomerados y areniscas poco consolidadas y tobas andesíticas.

Todos los autores que se han ocupado de la Formación Mesa consideran que existe una discordancia entre el Honda y el Mesa basándose en que los estratos del Grupo Honda al oriente del Río Magdalena (frente a la población de Honda), presentan buzamientos que oscilan alrededor de los 35°, mientras que las capas de la Formación Mesa situadas al occidente del río se encuentran horizontales.

De la misma manera la edad de la Formación Mesa se ha considerado siempre como plioceno por admitir de antemano que el Honda es mioceno y entre ambas unidades existe una discordancia.

Resumen histórico de la Formación Mesa en el Valle Medio.—

En esta sección del Magdalena son muy pocos los datos acerca de esta unidad. Wheeler (1935) es el primero que extiende el nombre de Mesa a la región comprendida entre los Ríos Sogamoso y Carare para designar una sucesión de arenas y tobas andesíticas, bien estratificadas, con un espesor de unos 1.000 pies que yace en discordancia sobre el Real (mioceno).

En el ensayo de correlación estratigráfica del Valle Medio del Magdalena presentado por Hatfield (1944) se pueden observar las diferentes nomenclaturas que emplean las Compañías de Petróleos en sus concesiones y la correlación que entre ellas se propone. El nombre de Mesa lo emplea solo la Shell en el área de Casabe y la Texas. De ninguna de estas Compañías existen datos estratigráficos publicados que permitan conocer el sentido que le dan al término Mesa.

Morales *et al.* (1958) elevan la Formación Mesa a categoría de Grupo. Señalan para ella la misma composición litológica que Butler (1942), asignándole un espesor de 575 m y una edad que va del plioceno al pleistoceno. Recientemente Taborde *et al.* (1965) emplean el nombre de Grupo Mesa en la Concesión de Mares. Aquí consta de shales negras masivas, areniscas, conglomerados poco consolidados y arenas y gravas de terrazas. Algunas areniscas contienen un elevado porcentaje de plantas carbonizadas. Los conglomerados contienen cantos de cuarzo, cherts y rocas ígneas. La parte superior se compone de gravas sin estratificación con una matriz arenosa. El espesor del grupo es de 800 pies. La edad se extiende probablemente desde el plioceno al pleistoceno.

Debe hacerse resaltar aquí la composición tan diferente que presenta el Grupo Mesa en relación con el área tipo de Honda ya que es notoria la ausencia, en su descripción, de cantos de rocas efusivas.

Resumen histórico de la Formación Mesa en el Valle Superior.—Desde antiguo se ha extendido el nombre de Formación Mesa o también «Capas de Mesa», a este sector del Valle del Magdalena. Casi siempre este nombre se ha aplicado sin un sentido definido, llamándose Formación Mesa a cual-

quier tipo de depósitos horizontales o ligeramente inclinados con una composición principalmente de rocas efusivas. Denominaciones que se basaron primordialmente en el hecho de que estos depósitos eran francamente discordantes con el Honda subyacente. En la mayoría de los casos estos depósitos corresponden a terrazas del Magdalena que nada tienen que ver con la Formación Mesa.

Es Weiske (1938) el que primeramente extiende el nombre de formación aplicándolo a la terraza sobre la que está edificada la población de Girardot. Posteriormente este nombre llega hasta el S de Neiva para tener una aplicación parecida (Royo y Gómez, 1945). Stirton (1953) indica la presencia de la Formación Gigante (*), al E de Villavieja y hacia Neiva, predominantemente tobácea, concordante con el Honda y superpuesta en discordancia por los conglomerados del «Mesa». Raasveldt & Carvajal (1957) consideran los restos sobre el Honda, tanto al N de Villavieja como por la carretera a Neiva como terrazas pleistocénicas de altura media.

Taborda (1950) señala como Formación Mesa depósitos de piedemonte con areniscas tobáceas, conglomerados de andesita, dacita, granito, diorita y rocas metamórficas. El espesor de estos depósitos puede alcanzar hasta 250 m. Se presentan discordantes con las formaciones subyacentes y en su parte superior están recubiertos en discordancia por los conos aluviales de la Cordillera Central. La Formación Mesa contiene restos de plantas y sería de edad pliocena.

Sin duda Taborda considera como Formación Mesa depósitos que verdaderamente corresponden a esta formación como en los Cerros de Lumbí y el Jardín, pero también incluye otros depósitos como los de Alvarado que corresponden a ramificaciones del Cono de Ibagué.

Fields (1959) continúa aplicando en la región de Villavieja y Neiva los nombres de «Tobas de Gigante» y «Conglomerados de Mesa» en el mismo sentido de Stirton (1953). Dando a la Formación Gigante una edad pliocénica, y cuaternario a los conglomerados de Mesa (**).

Después de este breve resumen se puede concluir que en el Valle Superior del Magdalena no existen depósitos que correspondan verdaderamente a la Formación Mesa del Valle Medio del Magdalena.

ESTRATIGRAFIA Y DIVISIONES DE LA FORMACION MESA

El nombre de Formación Mesa está muy arraigado en este sector del Valle Medio. Nombre que refleja un carácter morfológico en relación con la posición horizontal de los estratos; no obstante la aplicación estricta de este carácter morfológico da lugar a confusiones.

La localidad tipo propuesta por Butler (1942) para la Formación Mesa presenta un inconveniente importante por no aflorar la base de la formación ni observarse en consecuencia el contacto con el Grupo Honda. Consideramos como sección de referencia la que se obtiene por el camino que asciende al Cerro

(*) Nomenclatura de la Richmond Petroleum Company según Stirton.

(**) En el sentido de Stirton y de Fields la Formación Gigante correspondería a unos depósitos colocados entre el Grupo Honda y la Formación Mesa.

Lumbí, ligeramente al SE de Mariquita. Esta es en la actualidad la sección que se presenta más completa y con menos interrupciones para obtener una sucesión continua. Algunas veces es necesario levantar la sección apartándose del camino.

La Formación Mesa tiene en la sección de referencia un espesor de 350 m. En ella se pueden reconocer perfectamente tres miembros: Palmas, Bernal y Lumbí.

Miembro Palmas.—Constituye la unidad más inferior de la Formación Mesa. Su nombre se ha tomado de la Quebrada Palmas que desciende de la Cordillera Lumbí para desembocar a la Quebrada Seca, al NW de la Hda. Hato Grande (Municipio de Armero). Tiene un espesor aproximado de 80 m.

La sucesión litológica.—El Miembro Palmas descansa sobre el Miembro La Ceibita. El contacto es normal y petrográficamente es muy nítido ya que representa un aumento considerable en el porcentaje de material efusivo. Normalmente se puede establecer que todas aquellas capas con un valor de las rocas efusivas superior al 60 o 65 % corresponden a la Formación Mesa. Sobre esta base el límite entre la Formación Mesa y el Grupo Honda es un límite que viene determinado por la composición litológica de los sedimentos y no por unas condiciones morfológicas y estructurales como se ha querido imponer.

La sucesión estratigráfica empieza con un banco de gravas arenosas formado casi exclusivamente por cantos de rocas efusivas. Siguen después otros bancos de gravas arenosas que contienen algunos cantos de liditas. Los bancos de arenas tobáceas son más bien escasos lo mismo que las capas de arcillas que normalmente son de color blanco, extremadamente finas, casi caoliníticas, que se encuentran intercaladas entre bancos de arenas y gravas o bien entre dos bancos de gravas. Se llega con estas características a la parte superior de la sucesión donde existen cambios importantes. Aparece un banco potente de gravas arenosas en el que las rocas efusivas sufren un descenso importantísimo y el cuarzo aumenta en una gran proporción. Sobre este banco aparecen unas arenas de grano fino, de color marrón oscuro a las que siguen unas lutitas que varían de amarillentas a grises. El miembro termina con un banco de gravas en las que los cantos de rocas efusivas se encuentran de nuevo en porcentajes elevados. Estas características dan a esta parte superior del Miembro Palmas un aspecto litológico que lo acerca a la composición del Honda. Este hecho se hace además notorio por la presencia de troncos fosilizados y por las concreciones de arenas de forma esférica y de tamaños variados. A veces pueden hallarse también varias concreciones en forma de pesas.

El espesor de los bancos.—Los bancos en general están bien delimitados y son más bien masivos en la parte inferior. Aquí se encontraría el banco más potente de toda la sucesión a no ser por la existencia de una capa de 1 m de arcillas que lo divide en dos: uno inferior de 11 m y otro de 6,70 m. Sigue después un conjunto de bancos cuyo espesor oscila entre 2 y 5 m, hasta llegar al banco de gravas arenosas con una composición litológica parecida al Honda, que tiene un espesor de 15 m. En la parte superior del miembro la potencia de los bancos vuelve a disminuir oscilando entre los 3 m y los 8 m.

Composición de las gravas.—La litología de las gravas es variada. En algu-

nos bancos los cantos están formados exclusivamente por rocas efusivas de tipo dacita y andesita principalmente. En la mayoría de los bancos existen también, aún dentro del elevado predominio de las rocas efusivas, cantos de rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas. Entre estos tipos los porcentajes varían alrededor de los siguientes valores que pueden tomarse como promedios:

Efusivas 65 0/0	Intrusivas 6 0/0
Metamórficas + cuarzo + Sedimentarias 30 0/0	Metamórficas + cuarzo 85 0/0
Intrusivas 5 0/0	Sedimentarias 9 0/0

Destaca en esta composición el alto porcentaje de las rocas efusivas en contraste con el conjunto formado por las rocas metamórficas + cuarzo y sedimentarias. Las intrusivas al igual que en el Grupo Honda, se encuentran en valores bajos. Las rocas sedimentarias están presentes pero son siempre escasas si se comparan con los valores alcanzados dentro del Grupo Honda. Ellas constan exclusivamente de lidita y chert. Las rocas metamórficas corresponden principalmente a esquistos y están en porcentajes que oscilan alrededor del 85 0/0.

En la parte superior del miembro las gravas arenosas comprendidas entre las muestras Nos. 809 y 810 tienen una composición especial:

Efusivas 2 0/0	Intrusivas 7 0/0
Metamórficas + cuarzo + Sedimentarias 91 0/0	Metamórficas + cuarzo 90 0/0
Intrusivas 7 0/0	Sedimentarias 3 0/0

Llama la atención el descenso que acusan las rocas efusivas; porcentaje que es completamente equiparable a los valores que se encuentran en general dentro de la Formación San Antonio del Grupo Honda. Mientras que las rocas metamórficas + cuarzo y sedimentarias dominan, las rocas intrusivas se mantienen con valores bajos al igual que en el Honda. Lo que llama más la atención es la escasez de rocas sedimentarias y como siempre se encuentran presentes las liditas y los cherts.

Estructuras.—Dejando aparte los tipos de estructuras que acompañan a este tipo de sedimentación (lentejones y ripple-marcks) y que en realidad son poco frecuentes, solo se presentan como estructuras diferentes las concreciones arenosas que están localizadas únicamente en los niveles arenosos que acompañan a las gravas que por su composición recuerdan a la Formación San Antonio.

Estas concreciones son, al igual que las descritas en la Formación San Antonio, postsedimentarias. La estratificación las atraviesa y se deben haber formado por un procedimiento similar al de aquellas. Presentan abundante cemento de calcita y los granos están flotando dentro del cemento. Se aprecian también fenómenos de corrosión con granos de cuarzo que han sido completamente digeridos por la calcita. Este fenómeno contribuye a exagerar la disposición tan separada que presentan los granos dentro del cemento.

Miembro Bernal.—Toma su nombre de la Quebrada Bernal que vierte sus aguas hacia el NE. Es el miembro más potente de toda la Formación Mesa y se caracteriza por dar una morfología abrupta que contrasta con la morfología de los otros miembros. Las características más importantes son el predominio de las rocas efusivas y el tamaño relativamente grande que presentan los cantos.

La sucesión litológica.—La base del Miembro Bernal limita con el Miembro Palmas. El contacto es normal y se coloca en aquella capa donde han desaparecido las rocas sedimentarias.

La sucesión estratigráfica comienza con bancos de gravas arenosas de rocas efusivas que pueden presentar algunos lentejones de arcilla caolinítica especialmente donde son más abundantes las arenas. A los 26 m de la base aparecen dos capas de arcilla coalinítica de 0,50 m y 0,80 m de espesor, separadas por un banco de arena tobácea de grano muy fino. En estas arcillas caoliníticas son frecuentes los restos de plantas. La sucesión continúa con bancos de arenas entre los que aparecen cantos aislados o bien lentejones de rocas efusivas. Cabe señalar aquí la aparición de un nuevo elemento que corresponde a los cantos de piedra pómez. Después de la muestra No. 832 aparece una zona cubierta por derrubios en la que se pierden unos 48 m de serie. La composición litológica es idéntica a la que se viene anotando, pero no se pueden reconocer ni el espesor de los bancos ni si existen capas de arcillas. A partir de la muestra No. 833, la sucesión alterna más rápidamente entre bancos de arenas y arenas con lentejones de gravas formadas exclusivamente por piedra pómez. Entre las muestras Nos. 838 y 839 aparece una capita de arcilla caolinítica de 0,50 m. Los 32 m siguientes se caracterizan por la frecuencia de intercalaciones de gravas ya sea en forma de franjas continuas o bien en forma de lentejones; en general las gravas se componen exclusivamente de piedra pómez. De nuevo aparece una capa de arcilla caolinítica de 0,70 m. El resto de la sucesión se caracteriza por bancos de gravas de rocas efusivas. En esta parte de la sucesión se localizan los cantos de mayores dimensiones que se encuentran en toda la Formación Mesa. Se registran valores de 0,60 m y hasta 1 m de diámetro. La parte superior del miembro termina con un banco de arena tobácea de grano medio.

Espesor de los bancos.—La curva del espesor de los bancos se mantiene siempre bastante constante oscilando entre los 0,50 m y los 8 m. Solo se registran tres bancos potentes, dos en la parte inferior del miembro con 16 m y 14 m respectivamente y otro hacia la parte superior de la sucesión con 16,50 m que corresponde al valor máximo que se registra en esta formación.

Composición de las gravas.—Predominan siempre las rocas efusivas. En muchos bancos los cantos que forman las gravas constan exclusivamente de rocas efusivas; es decir, que este tipo de rocas se presenta en un 100%. A partir de este porcentaje máximo se encuentran variaciones que pueden llegar hasta un valor máximo de 70% como el registrado en la muestra No. 834:

Efusivas 70%	Intrusivas 10%
Metamórficas + cuarzo + Sedimentarias 28%	Metamórficas + cuarzo 86%
Intrusivas 2%	Sedimentarias 4%

Pueden darse como composición media para el Miembro Bernal los siguientes porcentajes:

Efusivas 72%	Intrusivas 8%
Metamórficas + cuarzo + Sedimentarias 26%	Metamórficas + cuarzo 89%
Intrusivas 2%	Sedimentarias 3%

Las demás muestras presentan porcentajes de rocas efusivas que oscilan alrededor de este valor. Las rocas intrusivas se mantienen generalmente en porcentajes pequeños, siempre por debajo de las rocas metamórficas, pero superiores a las rocas sedimentarias.

En cuanto a la composición de los cantos aparece en el Miembro Bernal como ya se dijo al tratar de la litología, un nuevo elemento: piedra pómez. Esta se encuentra casi siempre en pequeñas franjas o en lentejones, pero raramente asociada a los otros tipos de rocas efusivas: dacitas y andesitas.

Miembro Lumbí.—El nombre de este miembro deriva del Cerro Lumbí en la Cordillera del mismo nombre. Con sus 61 m de espesor es el menos potente de la Formación Mesa dentro de la región estudiada. Se caracteriza por una alternancia muy regular de sus bancos.

La sucesión litológica.—El contacto con el Miembro Bernal es normal. El límite inferior se coloca en el primer banco donde se combinan la aparición de cantos de rocas efusivas con bancos bien delimitados, cuyos espesores oscilan alrededor de 2 m. Por lo observado en otras secciones el límite entre los miembros Bernal y Lumbí puede ser transicional. El límite superior del miembro y de la Formación Mesa se coloca donde desaparecen los caracteres litológicos que se han descrito como característicos de la formación. En la localidad tipo Butler (1942) lo coloca en el contacto con los «depósitos de lagos». En la sección de Lumbí aparecen en la parte superior del miembro unos limos y arcillas rojas que fosilizan esta parte de la formación.

La sucesión empieza con bancos de arenas tobáceas en las que son frecuentes los cantos de rocas efusivas de tipo dacitas y andesitas. En algunos bancos son frecuentes los lentejones de piedra pómez. A los 5 m aparece una capa de arcilla caolinítica y separada de la anterior por 5 m de arenas tobáceas se encuentra otra capa de arcilla caolinítica. La sucesión continúa con una alternancia de gravas arenosas y arenas tobáceas con alguna pequeña intercalación de arcillas caoliníticas. Finalmente a unos 8 m de la parte superior del miembro aparece la capa de arcilla caolinítica, que corresponde a la más potente de toda la sucesión, con 1,50 m.

El espesor de los bancos.—La curva del espesor de los bancos refleja claramente el carácter regular que caracteriza la potencia de este miembro. Es así como la curva se mantiene siempre dentro de los valores bajos, oscilando entre 1 m y 3 m. Solo tres bancos registran valores superiores a 4 m y el máximo espesor está representado por un banco de 5 m.

Composición de las gravas.—Las gravas no presentan grandes variaciones en su composición en relación con la registrada en el Miembro Bernal. Una idea de esta composición la dan las siguientes muestras:

Muestra No.	879	889	890		879	889	890
Intrusivas	8 0/0	7 0/0	2 0/0	Intrusivas	30 0/0	25 0/0	4 0/0
Metamórficas + cuarzo				Metamórficas			
+ Sedimentarias	12 0/0	8 0/0	31 0/0	+ cuarzo	65 0/0	69 0/0	93 0/0
Efusivas	80 0/0	85 0/0	67 0/0	Sedimentarias	5 0/0	6 0/0	3 0/0

Como se ve las rocas efusivas son muy abundantes. Quizás el carácter más notorio es el aumento de rocas intrusivas que se experimenta en general dentro de este miembro.

PRINCIPALES VARIACIONES A TRAVES DE LA FORMACION MESA

En realidad no existen diferencias muy marcadas a través de la sucesión estratigráfica. El Miembro Palmas es el que se aparta más por sus caracteres particulares. La sucesión litológica es bastante uniforme en toda la formación, manteniéndose la alternancia de bancos de gravas con arenas tobáceas y con la intercalación de algunas capas de arcilla caolinítica. La presencia de franjas o lentes de gravas dentro de los bancos de arenas es más notoria en el Miembro Bernal.

El espesor de los bancos no registra variaciones notables en los miembros Palmas y Bernal en los cuales se concentran los bancos más potentes. En el Miembro Lumbí el espesor de los bancos es mucho más regular lo cual se traduce en el trazado quebrado de la curva que oscila dentro de un margen muy estrecho. Dado el carácter tan grosero de la sucesión y su potencia, no se ha buscado la variación de la mediana. Se ha trazado en cambio la curva litológica que naturalmente es menos exacta.

En el Miembro Palmas es más notable la alternancia de gravas con arenas. Mientras que en el Miembro Bernal la curva litológica se halla en conjunto más desplazada hacia los valores altos en relación con su mayor cantidad de gravas. En el Miembro Lumbí la alternancia de gravas y arenas imprime a la curva una fuerte oscilación todavía más marcada por la presencia de bancos menos espesos y más uniformes.

Aunque no se ha establecido una variación continua del tamaño máximo del grano, se pueden establecer dos puntos: El tamaño máximo corresponde siempre a cantos de rocas efusivas, excepto en el Miembro Palmas donde por la escasa proporción de las rocas efusivas, que se manifiesta hacia el techo del miembro, el tamaño máximo corresponde al cuarzo. Por otro lado los máximos tamaños quedan concentrados en el Miembro Bernal con valores que alcanzan hasta los 60 cm.

La variación más importante a través de la Formación Mesa corresponde a la composición litológica de los cantos que forman las gravas. Sin duda el carácter distintivo de la Formación Mesa es la importancia que adquieren los elementos efusivos en su composición. Valores que como vimos se mantenían normalmente por encima del 60 %. En esta uniformidad de composición hay dos hechos importantes que es necesario destacar. En la parte superior del Miembro Palmas las rocas efusivas disminuyen bruscamente, hasta presentarse en proporciones casi inferiores a las que se habían registrado en el Grupo Honda, para alcanzar de nuevo los porcentajes normales. Otra variación importante es la aparición de cantos de piedra pómez en el Miembro Bernal que después se continúa en el Miembro Lumbí. La presencia de cantos de piedra pómez no se manifiesta en el Miembro Palmas, de la misma manera que no se presenta tampoco en ninguna capa del Grupo Honda, ni aún en aquellas que presentan un aumento importante de rocas efusivas como se anotó a propósito del Miembro La Ceibita.

Las concreciones arenosas son características de la parte superior del Miembro Palmas y no aparecen en ningún otro nivel de la Formación Mesa.

A estas variaciones verticales que tienen lugar en la sección de Lumbí hay que añadir las variaciones de tipo lateral. Estas variaciones se refieren principalmente a variaciones en el tamaño del grano y en la disposición de los bancos, pero no afectan en absoluto los caracteres y proporciones de la composición. Teniendo en cuenta que estas variaciones se suceden a escala muy pequeña, las condiciones y características generales de los miembros se mantienen constantes. La disminución de rocas efusivas y la presencia de concreciones arenosas en la parte superior del Miembro Palmas es un carácter constante comprobado en multitud de afloramientos. Dentro del Miembro Bernal se ha observado una tendencia al aumento del tamaño de los cantos de rocas efusivas en dirección S-N. Así en la sección tipo señalada por Butler son frecuentes los bloques que alcanzan hasta 2 m de diámetro.

En general los cantos de rocas efusivas son bien redondeados. En casi todos los miembros existen niveles formados por fragmentos de rocas volcánicas del tamaño de 1-2 cm, angulosos que contrastan con los cantos bien rodados presentes en los demás niveles. Estos fragmentos podrían corresponder a lapilli.

EL MIEMBRO BERNAL EN PENAGOS Y EN HATO GRANDE

Por la carretera de Honda a Mariquita, en la parte inferior del Cerro Penagos, aflora la base de la Formación Mesa en contacto con el Miembro La Ceibita del Grupo Honda. Aunque no se puede obtener una sucesión muy detallada se observa la sucesión de la figura 30 (pp. 223). La base de la Formación Mesa tiene prácticamente la misma posición respecto a la sección de Lumbí. Aquí se aprecian unas arenas con cantos aislados, a veces formando lentejones que corresponden siempre a rocas volcánicas. Sigue después un conjunto de arenas tobáceas que alternan con bancos de gravas; aunque por falta de un afloramiento nítido no se puede levantar una sucesión detallada. Después siguen unas arenas con cantos e intercalaciones de arcillas de unos 2 m. Encima vienen unas arenas y una capa de arcilla caolinítica blanca de 0,50 a 1 m de espesor con numerosos restos de plantas, sobre la que descansa un banco de arenas con gravas de rocas volcánicas. Todo este conjunto se encuentra debajo de la parte superior del Miembro Palmas que contiene las concreciones arenosas.

En las proximidades de la Hda. Hato Grande aparece también debajo del nivel de concreciones arenosas la sucesión estratigráfica que contiene el nivel de plantas que se encuentra encima de una masa de arenas y gravas arenosas con una potencia visible de 6 m. El nivel de plantas se encuentra en una capa de arcillas caoliníticas en la que se intercalan franjas de arenas de grano muy fino. Esta misma disposición se aprecia en los afloramientos de Falán.

LA SUCESION ESTRATIGRAFICA EN FALAN

Al igual que los sedimentos del Grupo Honda, la Formación Mesa es en parte transgresiva sobre el metamórfico de la Cordillera Central. Estos afloramientos de la Formación Mesa se encuentran situados todavía más hacia el interior de la Cordillera que los correspondientes al Honda.

Como se indicó a propósito del Honda estos afloramientos de Falán se han considerado como pertenecientes al Honda y las plantas que contienen se tomaron como base para la determinación del Honda como mioceno. No vamos por tanto a insistir más en el aspecto histórico de estos sedimentos.

En los alrededores de Falán se extienden varios afloramientos que se diferencian claramente del resto del relieve por su morfología tabular. Su aspecto de «mesas» destaca sobre la morfología que se desarrolla sobre los terrenos ígneos y metamórficos, formando a veces una pequeña cuesta. De aquí que se manifiesten con bastante claridad en las fotografías aéreas y aún en los mapas topográficos detallados.

No obstante, la presencia de sedimentos pleistocénicos, que a veces alcanzan un espesor de casi 2 m, pueden dar lugar a una interpretación errónea en la extensión de estos depósitos. En el caso que nos interesa particularmente en esta trabajo, los sedimentos terciarios ocupan bastante extensión por la carretera que conduce a Falán. Estos depósitos empiezan aproximadamente a 1 km antes del pueblo, al pie del Cerro de San Juan, y desaparecen a poca distancia de la salida del mismo por la carretera que conduce a Palocabildo. En el Mapa Foto-geológico de Raasveldt & Carvajal (1957) se ha exagerado la extensión que ocupan estos sedimentos, posiblemente debido a que los sedimentos pleistocénicos presentan la misma morfología y forman prácticamente en este sentido una continuación morfológica del terciario.

En conjunto todos estos afloramientos terciarios, si bien se presentan tabulares, están afectados por una ligera inclinación hacia al S o SE, pero en ningún caso el buzamiento sobrepasa los 4-6°. En líneas generales se presentan los mismos valores que se pueden observar en los buzamientos de la Formación Mesa situada en la parte plana del Valle del Magdalena.

La sucesión litológica permite separar dos conjuntos con características petrográficas y estratigráficas distintas. En total el espesor del terciario es de unos 60 m, aunque puede variar ligeramente de unos afloramientos a otros.

Grupo Honda.—La parte inferior de la sucesión que reposa directamente sobre las rocas intrusivas y metamórficas, está formada por una masa de arenas más o menos uniformes en la que no se observa ninguna estratificación en bancos. Cabe señalar solamente la presencia de una estratificación cruzada que se desarrolla principalmente hacia la base. En esta parte basal de la sucesión pueden encontrarse esporádicamente cantos bien redondeados de cuarzo y rocas efusivas que no exceden de 3 cm. Hacia la parte superior de este conjunto inferior aparecen dos costras ferruginosas de 10 y 20 cm de espesor. Por el carácter arcósico de las arenas consideramos que estos 15 m corresponden al Honda, posiblemente al Miembro La Ceibita. Aunque debe señalarse que no aparece una proporción elevada de rocas efusivas.

Formación Mesa.—El contacto con el Honda parece normal, aunque hay que señalar que los afloramientos son muy reducidos en extensión. Por los caracteres litoestratigráficos se incluye la sucesión restante dentro del Miembro Palmas.

La sucesión estratigráfica se caracteriza por presentarse en capas nítidas y en general bien estratificadas; con materiales de grano fino y varios niveles de arcillas. El primero de estos bancos corresponde a unas arcillas blancas caoli-

níticas con un espesor de 0,50 m sigue después un pequeño banco de arena de grano medio y un banco de arcillas grises con un espesor de 2 m, que se caracterizan por presentar costras ferruginosas que cortan los planos de estratificación. Estas costras ferruginosas son más numerosas hacia el techo del banco.

Sobre estas arcillas aparece otro banco de arcillas blancas caoliníticas, muy fisuradas, con un espesor de 2 m. El techo del banco puede pasar gradualmente al banco siguiente. Separado del anterior por arenas de grano muy fino dispuestas en dos bancos de 0,20 — 30 cm, se encuentra otra capa de arcillas grisáceas con un espesor de 2 m. Este predominio arcilloso termina con 0,70 m de arcilla caolinítica blanca en la que aparecen restos vegetales especialmente *Heliconia* sp.

A partir de aquí empieza una parte detrítica formada por arenas tobáceas con pequeños fragmentos irregulares de rocas efusivas. Es frecuente que en el contacto con la capa de arcillas caoliníticas se encuentren algunos restos de hojas que se hallan en posición vertical correspondiendo simultáneamente a los dos niveles. Las arenas tobáceas tienen un espesor de 3 m.

Un poco más arriba de la muestra No. 911 aparece una nueva capa de arcillas blancas caoliníticas, de irregular espesor (de 0,50 a 1 m), pero constante en extensión lateral, muy rico en impresiones de hojas vegetales que se caracterizan por su magnífica conservación. De este nivel Engelhardt (1895) y Berry (1937) han descrito varios géneros y especies. Aparte de esta capa caolinítica, las arenas que se le superponen son de grano muy fino y determinan una alternancia de arenas muy finas y arcillas con espesores de 5 y 10 cm. Sigue después una masa de arenas con abundancia de pequeños fragmentos de rocas volcánicas, rocas metamórficas, cuarzo y chert. En conjunto la arena se dispone alrededor de cada fragmento de roca constituyendo externamente una especie de envoltura, como si estos fragmentos hubieran actuado como núcleos de agrupación.

La parte superior de la sucesión es completamente arenosa y empieza con un banco de arenas de grano medio. El límite con el banco inferior es gradual, de tal manera que los fragmentos de rocas metamórficas van disminuyendo de una manera progresiva, pero más bien rápidamente. El nivel más característico es un banco de gravas que tiene un espesor de 6 a 7 m. En este banco son frecuentes los lechos irregulares de arenas gruesas, pero en su mayoría estos lechos no constituyen bolsadas, antes por el contrario, son continuos. Litológicamente estas gravas están compuestas por cantos bien rodados de rocas efusivas, monzonita, cuarzo y rocas metamórficas del tipo de esquistos corneanos, cuyo tamaño máximo puede llegar hasta los 10 cm. Predominan por lo tanto las rocas ígneas y metamórficas. Estas gravas están superpuestas por una capa de arenas finas en cuyo techo es característica la presencia de pequeños troncos silicificados dispuestos horizontalmente. La sucesión termina con unos niveles de arenas estratificadas y con una estratificación cruzada no muy marcada.

En resumen, en la sucesión de Falán se pueden distinguir dos conjuntos o niveles. El inferior perteneciente al Grupo Honda y caracterizado por arenas arcólicas con bastante mica y hornblenda. El conjunto superior perteneciente al Miembro Palmas de la Formación Mesa, el cual viene determinado por arenas tobáceas con fragmentos de rocas efusivas. La presencia de capas de arcillas

caoliníticas de color blanco con impresiones de hojas vegetales es también otra característica.

Variación del grano medio.—Teniendo en cuenta el poco espesor de los sedimentos correspondientes al Grupo Honda vamos a considerar la sucesión como un solo conjunto sin separarlo de la parte que corresponde a la Formación Mesa ya que la diferencia está en la composición litológica y no en los caracteres del grano medio.

En la gráfica de la figura 31 se ha representado la variación del grano medio de las arenas a través de toda la sucesión. En los niveles finos, el valor medio que queda por debajo de 0,062 mm, se ha expresado tan solo de una manera aproximada y la gráfica aparece por lo tanto en línea de trazos.

La parte inferior de la sucesión se caracteriza por tener una mediana cuyos valores oscilan entre la arena fina y la arena gruesa. Desde la base (muestra No. 896) hasta la parte superior (muestra No. 901) la mediana aumenta desde un valor de 0,238 mm, casi en el límite con la arena de grano medio, hasta un valor de 0,701 mm. Este aumento progresivo del valor de la mediana desde la base hacia la parte superior podría significar un aumento en la velocidad de la corriente de transporte, pero cabe hacer hincapié en el hecho de que la estratificación cruzada, aun sin ser muy marcada, puede ser la causa de este aumento y lo más probable es que tenga un valor muy local.

A partir de la muestra No. 903 el tamaño del grano varía formando una línea en zig-zag hasta la muestra No. 910 y los valores de la mediana oscilan entre la arena muy fina y el limo. Aquí desempeñan un papel importante los niveles finos de arcillas caoliníticas. Tan solo se presentan dos variaciones importantes que corresponden a las muestras No. 903 y 910 cuya mediana queda situada en la arena de grano medio, pero con valores que están en el límite de la arena fina.

De la muestra No. 910 a la 911 la mediana aumenta y se coloca hacia la parte superior del banco, en los valores bajos de la arena gruesa. Inmediatamente por encima del banco de las arcillas caoliníticas con las plantas fósiles (muestra No. 912) la mediana se mantiene dentro de la arena muy fina. Aquí aparecen una serie de capas muy delgadas de arenas finas que se intercalan con capas de arcillas. Entre las muestras Nos. 915 y 917 vuelve a presentarse un hecho similar al que se observa en la base de la sucesión; el valor de la mediana aumenta progresivamente desde la base a la parte superior del banco y su valor oscila entre la arena media (0,285 mm) y la arena de grano grueso.

Ya en la parte superior de la sucesión se presenta una mayor oscilación del valor de la mediana. Se puede observar fácilmente que esta mayor variación en el tamaño del grano medio va acompañada de un grano en conjunto notablemente más grueso. La mediana oscila entre la arena media 0,437 mm (muestra No. 918), inclinándose mucho hacia la arena gruesa, y los cantos 15,500 mm (muestra No. 923). Los lechos de arena gruesa que se intercalan dentro de las gravas contribuyen a exagerar estas variaciones de la mediana.

Hacia la parte superior de la sucesión el valor de la mediana ha disminuído mucho, quedando comprendida entre la arena media y la arena fina. La presencia de estratificación cruzada en el último banco da valores ligeramente diferentes dentro

la misma capa, aunque ambos valores se mantienen dentro de la arena fina 0,245 mm (muestra No. 926) y 0,175 mm (muestra No. 927). Esta pequeña diferencia entre el muro y el techo del mismo banco da una clara idea de la escasa importancia que tiene en este caso la presencia de estratificación cruzada.

Asimetría e índice de calibrado.—El conjunto inferior de la sucesión se presenta bastante bien calibrado y con pocas variaciones entre las diferentes capas. El valor del índice de calibrado oscila entre 1,2 y 1,5.

Las arenas tobáceas del Miembro Palmas y en especial aquellas que se encuentran hacia la base tienen también un calibrado bueno. De la muestra No. 909 a la muestra No. 911 el índice de calibrado aumenta progresivamente de 1,3 a 2,2. Hacia la parte superior el índice de calibrado permanece bastante constante y aunque su valor es más elevado, se mantiene dentro de los límites de las arenas bien calibradas.

Los peores calibrados se dan en el nivel de gravas (muestras Nos. 919, 921 y 923) donde el índice alcanza un valor de 4,3; mientras que los lechos de arenas gruesas que se intercalan entre las gravas, presentan un calibrado mucho mejor que varía alrededor de 1,9. La sucesión termina con unas arenas bien calibradas.

Las curvas acumulativas de las arenas forman en conjunto un haz bastante esparcido y muestran, como se ha visto, en general un buen calibrado.

La asimetría es escasa en las arenas de la parte inferior de la sucesión correspondiente al Honda, todas las muestras presentan un índice de asimetría que oscila entre 0,7 y 0,9.

Solo unas pocas muestras del Miembro Palmas presentan una marcada asimetría hacia la fracción gruesa, son estas las muestras Nos. 913, 919, 922 y 928. Las tres últimas coinciden con las que presentan el peor calibrado de toda la sucesión.

La relación grano-matriz.—La gráfica de la relación grano-matriz no señala aparentemente ninguna disposición especial. En casi todos los bancos de arenas el grano representa más del 90%. En las láminas de arenas muy finas, que se encuentran en la parte media de la sucesión, se obtienen en general los valores más altos de la matriz. Tal sucede en las muestras Nos. 913 y 914. Sin embargo, el valor más elevado de la matriz corresponde a la muestra No. 924 (31,6%) que no obstante presenta un valor de la mediana situado entre la arena fina y la arena muy fina.

Minerales pesados.—Se han preparado los minerales pesados de todos los niveles de arenas. Para ello se ha tomado el tamaño de 0,149 mm, por ser el más adecuado para la determinación óptica de los minerales. Una de las características de la sucesión de Falán es la abundancia de minerales pesados que se presenta en cada capa. En la gráfica de la figura 31 se ha representado la variación del peso de estos minerales expresado en porcentaje. Para su construcción se ha tomado siempre la misma cantidad de material antes de efectuar la separación con el bromoformo. Esta cantidad ha sido de un grano.

En su conjunto los niveles inferiores de la sucesión presentan una oscilación poco marcada. La muestra menos abundante, con un valor de 9,3%, corres-

ponde a la No. 900. Mientras que las muestras más ricas se encuentran en la parte media de la sucesión con valores de 37% y 31%. A la parte superior de este conjunto medio corresponde la mayor constancia que en valor de minerales pesados se ha observado. La muestra No. 924 tomada hacia la parte superior del banco presenta el mínimo valor obtenido: 4% y coincide con un predominio casi absoluto de minerales apacos: Magnetita e ilmenita.

Por lo que la composición cualitativa de los minerales pesados se refiere, es una característica constante de todos los niveles de arenas el porcentaje muy elevado de hornblenda. Tanto es así que en algunas muestras se pueden alcanzar valores que oscilan alrededor del 90%. Entre los granos de hornblenda se pueden distinguir dos variedades: La hornblenda verdosa y la hornblenda de color parduzco. La proporción entre ambas es siempre a favor de la hornblenda verdosa. Existen además otros minerales pesados como rutilo, zircón, magnetita, ilmenita, leucoxeno, granate y biotita entre los más frecuentes. La mica es relativamente abundante en la parte basal y superior de la sucesión, pero debido a la proximidad de su peso específico con el del bromoformo, muchos granos no se separan y en consecuencia aparece menor cantidad de mica respecto a la que cabría esperar al examinar directamente la muestra.

La elevada proporción de hornblenda verdosa y en conjunto la asociación de minerales pesados indica que estos sedimentos proceden de la erosión de rocas intrusivas y efusivas.

Estructuras y planos de estratificación.—La estructura más importante que se presenta en los bancos de arena corresponde a la estratificación cruzada. Esta se manifiesta en la base y en la parte superior de la sucesión. En ambas posiciones la estratificación cruzada tiene un valor poco significativo, tal como queda reflejado en la pequeña variación que presenta la oscilación de la mediana. Tanto la extensión como la amplitud de estas estructuras es poco notable y no permite establecer ningún indicio sobre la dirección de la corriente. Posiblemente en este sentido fuera quizás más significativa la orientación de los cantos del banco de gravas que se encuentra en la parte alta de la sucesión.

Otra estructura corresponde a las capas de materiales finos. En ellas se observa con claridad la existencia de fisuras o grietas que atraviesan los bancos de arcillas y quedan interrumpidas al llegar al plano de estratificación de los bancos de arenas. Su forma es generalmente ramificada y concoidea. Posiblemente estas grietas corresponden a fenómenos de retracción del material fino durante la compactación y desecación de los sedimentos. Algunas de estas grietas en especial aquellas que se desarrollan en las arcillas grisáceas están rellenas por costras ferruginosas.

La presencia de costras ferruginosas coincide siempre, a excepción de las arcillas, con la separación de los bancos de arenas. Su espesor es variable y la superficie que presentan es siempre ondulada. En realidad estas costras quedan limitadas a los sedimentos correspondientes al Honda.

Los planos de estratificación son por lo general nítidos y no se suelen presentar interbancos. Únicamente al pasar de la muestra No. 917 a la muestra 918 se puede señalar un banco transicional. En el banco de gravas de la parte superior de la sucesión, los lechos de arenas gruesas que se intercalan entre las gravas tienen formas más irregulares, como es normal en los cambios bruscos en la velocidad de la corriente.

Comparación con la Formación Mesa del Valle Medio.—A partir de Hettner (1892), quien creó el nombre de «formación de mesas túficas», se ha venido considerando que esta formación está formada por una sucesión de materiales volcánicos. La descripción más detallada que se había dado correspondía a la de Butler (1942) quien señala que la «Formación Mesa contiene material piroclástico: andesita, dacita, piedra pómez y cenizas volcánicas, pero que también están presentes fragmentos de cuarzo y filitas». Estos materiales, según el mismo Butler, alternan con arenas de grano grueso y aglomerados con fragmentos de rocas que incluyen cuarzo, granito, diorita, andesita, dacita y otros elementos de tipo metamórfico. También se encuentran capas de materiales finos como limos y arcillas.

Como se ha visto, la sucesión detallada de la Formación Mesa permite dividirla en tres unidades con categoría de miembros, los cuales son fácilmente distinguibles por su estratigrafía y por su composición litológica.

Establecidas ya estas características sobre la Formación Mesa se puede intentar establecer una comparación directa, en cuanto a la estratigrafía y litología se refiere, con los afloramientos de Falán.

Las principales características de los sedimentos de Falán son, como ya se ha indicado al describir la estratigrafía, la existencia de dos niveles o conjuntos: el inferior con arenas predominantemente cuarzosas y con cantos aislados de cuarzo y rocas efusivas. El conjunto superior con fragmentos de rocas volcánicas y arcillas caoliníticas con impresiones de plantas y con un nivel de gravas formadas por cantos de rocas intrusivas, metamórficas y efusivas.

El nivel inferior de la sucesión de Falán correspondería al Grupo Honda, mientras que el nivel superior sería equivalente a una parte del miembro inferior de la Formación Mesa.

Evidentemente pretender establecer una correlación capa a capa entre las dos sucesiones, es a todas luces imposible e inútil tratándose de formaciones de tipo fluvio-lacustre. Sin embargo, esto no impide que se encuentren niveles constantes dentro de la cuenca que precisamente se caracteriza, en pequeña escala, por la presencia de frecuentes cambios de facies y más en este caso en el que nos encontramos en un borde de la cuenca. Si se admite que los sedimentos que se apoyan sobre el ígneo y metamórfico de la Cordillera Central corresponden al borde de la cuenca, puede objetarse que estos son más finos que en el centro de la misma; pues faltarían los niveles fuertemente detríticos que forman la parte basal del Miembro Palmas de la Formación Mesa. A este respecto debe añadirse la existencia de cambios de facies que pueden ser más o menos bruscos tratándose de este tipo de depósitos. En la parte plana del Valle del Magdalena se pueden observar cambios laterales dentro de los niveles de gravas que pasan sucesivamente a gránulos y arenas de grano muy grueso. Por otra parte no conocemos suficientemente la paleogeografía de esta región durante el terciario superior ni las vías exactas por las cuales los sedimentos llegaban a la cuenca de sedimentación, si bien no cabe ninguna duda que en casi su totalidad, o por lo menos en una proporción elevadísima, la fuente de todos los materiales estaba en la Cordillera Central.

Finalmente no cabe descartar completamente la existencia de una discordancia entre el Miembro Palmas y el Grupo Honda. Ya indicamos como el contacto entre los dos sedimentos era normal, pero la reducida extensión lateral de