

La Estratigrafía de la formación Guadalupe y las estructuras por gravedad en la serranía de Chía (Sabana de Bogotá)

M. JULIVERT *

RESUMEN.—El Guadalupe de la región de la Serranía de Chía consta de los siguientes niveles de abajo arriba: Miembro del Raizal (Arenisca Dura), 200 m; Nivel de Plaeners, 100 m; Arenisca de Labor, 70 m; Arenisca Tierna, 50 m. Separando las areniscas de Labor y Tierna se disponen unos 10 m de lutitas y porcelanitas (Plaeners Superiores de Bürgl) Esta sucesión es comparable tanto en sucesión litológica como en espesores a las sucesiones observadas en otras localidades de la Sabana, de modo que hay que desechar las ideas basadas en variaciones importantes de espesores de los núcleos del Guadalupe como la idea de la existencia de una cuenca individualizada en la región de la Sabana de Bogotá formada por los Plaeners Superiores. Tectónicamente la Serranía de Chía está formada por el flanco oriental de un anticlinal estrecho que se pone de manifiesto en la mitad S de la Serranía, aunque su flanco W no es nunca tan claro como el flanco E. La gravedad ha dado lugar en ambos flancos, pero muy especialmente en el oriental a "Collapse Structures" Estas estructuras se han formado por deslizamiento a lo largo de superficies de estratificación, especialmente del Nivel de Plaeners; los buzamientos que han dado lugar a estos deslizamientos son del orden de los 35-60° Estas estructuras gravitacionales se producen sobre todo en los sectores en los que la erosión ha hecho desaparecer los niveles gruesos de areniscas que se superponen al Nivel de Plaeners; en las localidades en que estas areniscas existen, los deslizamientos faltan o son poco importantes, ya que las capas plásticas de arcillas y porcelanitas del Nivel de Plaeners no pueden resbalar libremente por quedar comprendidos entre dos niveles gruesos de areniscas.

ABSTRACT.—The Guadalupe Formation in the "Serranía de Chía" is, starting from the oldest, formed by the following levels: Raizal Member (= Dura Sandstone), 200 m; level of Plaeners, 100 m; Labor Sandstone, 70 m; Tierna Sandstone, 50 m. Between the Labor and Tierna Sandstones there are about 10 m of lutites and porcelanites (Bürgl's Upper Plaeners) This section is similar both, in lithology and in thickness to the observed sections in another regions of the Sabana of Bogotá, so there are not important variations on the thickness of the levels of the Guadalupe, and for this reason is unacceptable the idea of the existence of an individualized basin in the region of the Sabana of Bogotá, formed by the Upper Plaeners. Tectonically the "Serranía de Chía" is formed by the eastern flank of a narrow anticline which can be saw in the half S of the "Serranía", in spite that his W flank is not as clear as his E flank. Gravity produced collapse structures in both flanks but specially in the East flank. These structures were formed by slidings all along the dip, specially in the Plaeners level; the dips which produced such slidings are around 35-60° These gravitational structures are produced mainly in

* Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

sections in which erosion made disappear the thick levels of sandstones which are superposed to the Plaeners level. In the regions in which such sandstones are present, there are lack of slidings or they are not important because the plastic layers of clays and porcelanites of the Plaeners level cannot slide freely due to their position between two levels of thick sandstones.

RESUME.—On observe dans le Guadalupe de la région de la "Serranía de Chía" les niveaux suivants de la base jusqu'au sommet de la série: Miembro del Raizal (Arenisca Dura), 200 m; Nivel de Plaeners (argilites et porcelanites), 100 m; Arenisca de Labor, 70 m; Arenisca Tierna, 50 m. Les grès de Labor et Tierna sont séparés par quelques 10 m d'argilites et porcelanites (Plaeners supérieurs d'après Bürgl) Cette succession stratigraphique est comparable aux successions observés dans d'autres localités de la Sabana de Bogotá, autant par la succession lithologique que par les épaisseurs qu'elle peut atteindre, de façon qu'il faut rejeter les idées concernant des variations de l'épaisseur des niveaux du Guadalupe, ainsi que l'idée de l'existence d'un bassin individualisé dans la région de la Sabana de Bogotá, et constitué par les Plaeners supérieurs. Du point de vue tectonique la "Serranía de Chía" est constitué par le flanc E d'un anticlinal, le flanc W n'apparaît aussi clair que le flanc E et se reconnaît seulement dans la partie Sud de la "Serranía" La gravité a originé dans le flanc E, des "Collapse Structures"; ces structures se son constitués par des écoulements par gravité tout au long des surfaces de stratification, en particulier du niveau d'argilites et porcelanites (Nivel de Plaeners), les pendages donant lieu à ces écoulements étant de l'ordre de 35-60° Ces structures par gravité se produisant surtout dans les secteurs où l'érosion a démantelé les niveaux les plus épais des grès superposés au niveau de Plaeners; dans les localités où ces grès existent les écoulements manquent ou sont très peu importants, étant donné que les couches plastiques d'argilites et porcelanites ne peuvent pas glisser librement du fait qu'elles sont renfermées entre deux niveaux épais de grès.

CONTENIDO

INTRODUCCION

ESTRATIGRAFIA

Trabajos anteriores

La sucesión estratigráfica en El Boquerón entre Tabio y Chía

Comparación con otros puntos de la Serranía de Chía

Comparación con las zonas de Usaqué y Choachí

TECTONICA

La estructura general de la Serranía

Las fallas de rumbo oblicuas

Los fenómenos de gravedad

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El estudio de la Serranía de Chía se emprendió con el fin de proseguir la revisión de la estratigrafía de la formación Guadalupe * Los términos generales de dicho problema fueron planteados en un trabajo de carácter tectónico sobre la zona de Usaqué (Julivert 1961) Con el fin de llegar a

* En este trabajo se habla de Guadalupe en el sentido reciente que da a este término la Col. Soc. Petr. Geol. Geoph. (1961) es decir excluyendo el Guadalupe inferior.



Fig. 1. Situación del área estudiada.

un conocimiento detallado de dicha formación se empezaron a levantar columnas estratigráficas en diversos puntos de la región de la Sabana incluyendo las localidades clásicas y aquellas sobre las que existían trabajos anteriores. La primera de estas columnas detalladas publicada fue la de la región al W de Choachí (Julivert 1962, Zamarreño de Julivert 1962), en lo sucesivo se proseguirá la publicación del estudio detallado de la estratigrafía del Guadalupe en diversos puntos de la Sabana.

Al hacer la revisión de la estratigrafía de la región entre Tabío y Chía se ha encontrado que en toda la Serranía, particularmente en su flanco E,

están muy desarrolladas las estructuras por gravedad, al igual que en la zona de Úsaquén, por ello, previamente a la publicación de la columna estratigráfica detallada y a su estudio sedimentológico y petrográfico, se ha creído interesante publicar un estudio general de la serranía con una descripción estratigráfica y resaltando las características estructurales.

ESTRATIGRAFIA

Trabajos anteriores. Sobre la Serranía entre Tabio y Chía existen varios trabajos de Bürgl (1955, 1958, 1959), en los que se hace un estudio bastante detallado de la estratigrafía. En el primero de ellos se da la estratigrafía de la región según la carretera de Tabio a Chía. A este trabajo siguió otro (Bürgl 1958) en que se describe la parte entre Chía y Tenjo, es decir un corte algo al S del anterior. Finalmente en 1959 aparece el último trabajo en el que se rectifican algunos de los conceptos expresados en los trabajos anteriores y se sintetiza la interpretación estratigráfica del autor por lo que al Guadalupe se refiere. El hecho más interesante puesto de manifiesto en este último trabajo es la existencia de tres niveles importantes de areniscas, en vez de los dos niveles (Arenisca Tierna y Arenisca Dura) considerados siempre; no obstante Bürgl no establece en su trabajo una división litoestratigráfica clara; será mucho más adelante (1961) cuando la Col. Soc. Petr. Geol. Geoph. modificando ligeramente la estratigrafía de Bürgl establecerá unas unidades litoestratigráficas lógicas, aunque utilizando la nomenclatura clásica de Hubach adoptada por Bürgl en un sentido erróneo por lo que a alguno de sus términos se refiere. Las confusiones terminológicas se han puesto ya de manifiesto en otro trabajo (Julivert 1961); los niveles distinguidos y nomenclaturas empleadas por Bürgl en sus trabajos sobre esta zona, así como la aplicación de la nomenclatura original de Hubach de acuerdo con su última publicación de 1957 y la de la Col. Soc. Petr. Geol. Geoph. (1961) comparados con la columna obtenida al realizar este trabajo quedan sintetizados en la figura 3.

La sucesión estratigráfica en El Boquerón entre Tabio y Chía. La sucesión estratigráfica de la parte inferior del Guadalupe puede obtenerse bastante bien a lo largo de la carretera de Tabio a Chía y a partir de la Gruta de Lourdes, al pie del cerro de la capilla del mismo nombre. A lo largo de esta carretera se corta un conjunto de areniscas de grano fino o muy fino, si bien no se han hecho determinaciones cuantitativas de tamaño de grano que permitan definirlo con precisión; estas areniscas se encuentran en paquetes de 10 a 30 m de espesor separadas por niveles de lutitas a veces silíceas (porcelanitas), con espesores de 5-10 m; el conjunto aparece de todos modos como marcadamente arenoso y con un espesor visible de 185 m (fig. 3) Este conjunto de areniscas constituye el miembro más inferior de la formación Guadalupe (Miembro del Raizal o Arenisca Dura) pero su base no se observa en la carretera Tabio-Chía. Las lutitas oscuras con intercalaciones de areniscas del Villeta * afloran más al N y al S de esta sección, a lo largo del borde occidental de la Serranía de Chía, si bien en ningún punto existe un buen corte de la zona de contacto. No obstante, a juzgar por las cuevas que forma el miembro del Raizal más al S, puede pensarse que en el corte obtenido a lo largo de la carretera Tabio-Chía falta un espesor notable (50-75 m?) de este miembro.

* En la nueva acepción, o sea incluyendo el antiguo Guadalupe Inferior.

Por encima del Miembro del Raizal se encuentra el Nivel de Plaeners, con unos 100 m de espesor. Un corte de este nivel puede obtenerse desde El Boquerón. Los 60 m inferiores son casi exclusivamente de lutitas y porcelanitas con gran abundancia de las primeras, los 60 m superiores son más ricos en areniscas y afloran menos claramente.

El nivel inmediatamente superior está formado por una serie de areniscas y corresponde a la Arenisca de Labor, este nivel se encuentra en un pequeño cerro sobre el cual existe una pequeña torre en ruinas, su espesor aproximado es de unos 70 m pero no da un corte suficientemente neto para obtener una sucesión detallada, entre los bancos de arenisca que forman este nivel se encuentran intercalaciones de lutitas y porcelanitas; el último de estos paquetes de lutitas y porcelanitas separa la Arenisca de Labor de la Arenisca Tierna y equivale a los 30 m de lutitas que al W de Choachí separan también estas dos areniscas; este nivel es lo que Bürgl (1959) llamó Plaeners Superiores exagerando enormemente su potencia. Un afloramiento de este nivel y su contacto con la Arenisca Tierna lo da una cantera, al N de la torre en ruinas citada antes; en esta cantera, en los Plaeners Superiores se encuentran unos grandes nódulos.

La Arenisca Tierna tampoco da un corte neto, su espesor es de unos 50 m y sus características semejantes a las descritas para la Arenisca Tierna al W de Choachí (Julivert 1962), es decir tamaño de grano que llega hasta grueso y muy grueso y estratificación cruzada.

Por encima de la Arenisca Tierna se encuentra la formación Guaduas que aflora en su parte más inferior formando dos pequeños cerros algo separados del conjunto de la serranía y donde existieron unas minas de carbón actualmente abandonadas. El Guaduas que aflora es la parte inferior, hasta la arenisca Guía inclusive; los carbones que se explotaron son pues comparables por su posición estratigráfica a los del Salto del Tequendama.

La nomenclatura litoestratigráfica empleada es la misma usada en trabajos anteriores (Julivert 1961, 1962) en donde se discuten ya las bases de la misma; aquí no se insistirá por tanto en su justificación. En uno de estos trabajos anteriores (1962) se indicó también cómo esta nomenclatura debe considerarse informal y por tanto siguiendo el mismo criterio se prefiere el nombre Miembro del Raizal al de Arenisca Dura.

En la figura 3 se comparan las nomenclaturas usadas en la región de Tabio-Chía así como la aplicación a ella de otras nomenclaturas usadas para el Guadalupe pero no aplicadas por sus autores directamente a la región de Tabio-Chía. En este cuadro se incluyen también las edades asignadas por Bürgl en 1955 y en 1959. En líneas generales el cuadro no requiere explicación, no obstante hay dos aspectos que interesa analizar más a fondo: las llamadas primera y segunda lidita y las edades asignadas.

Los nombres primera y segunda lidita (o más correctamente lidita superior e inferior, como se las ha llamado posteriormente) han sido creados para designar dos niveles bastante gruesos de liditas de la región del Valle Superior del Magdalena y parte más meridional del Valle Medio; la estratigrafía del cretácico en el Valle Superior está descrita en el trabajo de Bürgl sobre Ortega (1961a) y por lo que a la parte alta del cretácico se refiere, en el trabajo de Téllez y Navas sobre la región entre Gualanday y Coello (1962). Es evidente que los niveles de liditas de la región del

Magdalena no guardan ninguna relación en cuanto a unidades litoestratigráficas se refiere con los niveles de porcelanitas asociadas en mayor o menor grado con las areniscas que forman el Guadalupe del área de la Sabana, por consiguiente los nombres primera y segunda lidita (o lidita superior e inferior) no deben ser usados fuera del área en que estas liditas se manifiestan como unidades litológicas netas y por tanto no deben ser usadas en el área de la Sabana. Un problema distinto es el de la correlación entre el área de la Sabana y el Valle del Magdalena; es bajo este ángulo que debe plantearse el problema pero sin intentar llevar los nombres litoestratigráficos más allá del límite geográfico de la unidad litoestratigráfica que definen. Por otra parte estos niveles de liditas no tienen tampoco el carácter de niveles guía que se les ha asignado, de modo que es por el momento imposible saber a qué niveles de la región de la Sabana corresponden las dos liditas del Valle del Magdalena. Los dos niveles de lutitas y porcelanitas interpretadas como la primera y segunda lidita no son más que dos de tantos niveles de este tipo que se encuentran en todo el Guadalupe con excepción de la Arenisca Tierna y por consiguiente no hay ninguna base para correlacionarlos con la primera y segunda liditas. La abundancia de niveles de porcelanitas en el Guadalupe sumada a la existencia de niveles más o menos silíceos por debajo del Miembro del Raizal, hasta el horizonte de La Frontera, ha sido causa de que en las diversas localidades la correlación se haya hecho con niveles diferentes; por tanto, todas las conclusiones alcanzadas en cuanto a cambios de espesores resultan inaceptables. Las faunas por otra parte, son insuficientes para unas correlaciones tan detalladas y se encuentran aisladas entre grandes espesores de materiales completamente estériles. A todo esto hay que añadir que los errores de correlación entre localidades diferentes significan también errores de correlación entre yacimientos fosilíferos separados notablemente en horizontal y con faunas poco diferentes para definir por sí mismas su posición respectiva en vertical. Por este motivo deben ser tomados con precaución los intentos hechos hasta la fecha de síntesis estratigráficas, especialmente por lo que a faunas y edades se refiere.

En cuanto a las edades asignadas a la formación Guadalupe se trata evidentemente del cretácico superior, más concretamente desde el coniaciense o el santoniense al maestrichtiense inclusive. Pero además se han intentado establecer los límites precisos no sólo entre coniaciense, santoniense, campaniense y maestrichtiense sino que incluso se ha distinguido en cada caso entre inferior, medio y superior. Es evidente (fig. 3) que la fauna no permite esta precisión y que ni siquiera los límites entre coniaciense, santoniense, campaniense y maestrichtiense pueden ser reconocidos. Si se observan las edades asignadas por Bürgl en 1959 se observa cómo la base para la delimitación de edades es una supuesta sucesión rítmica coincidiendo con unidades tiempo; idea que ha sido ampliamente desarrollada por dicho autor recientemente (Bürgl 1961b, 1961c). Esto se ve claramente de un modo especial por lo que al maestrichtiense inferior, medio y superior se refiere, que se hacen empezar respectivamente en la base de los Plaeners Inferiores, Plaeners Superiores y Guaduas para terminar en la parte superior de las areniscas que se superponen a estos niveles. Esta interpretación se basa en dos supuestos. De una parte el de que existe una sedimentación rítmica, lo cual por ahora no ha sido puesto de manifiesto donde existen estudios detallados, como al W de Choachí, ni se manifiesta tampoco en la columna estratigráfica de esta región de Tabio-Chía, en la cual el número de ciclos que podrían establecerse siguiendo este mismo criterio sería

muy elevado, especialmente en el Miembro del Raizal. De otra parte se parte del supuesto de que estos ciclos coinciden con unidades tiempo, lo cual no hay por qué aceptar de antemano, sino que debería ser en todo caso sujeto a demostración.

Así pues por lo que a la edad se refiere lo único que puede afirmarse es que la formación Guadalupe tiene una edad que va desde el coniaciense o santoniense hasta el maestrichtiense inclusive. Se ha hablado también repetidas veces de una discordancia erosiva entre el campaniense y el maestrichtiense, hasta el punto de que se supone que en la región de Tabio-Chía falta el campaniense superior, no obstante esta laguna es poco probable y la prueba de su existencia a partir de la presencia de grandes cantos o bloques rodados de edad campaniense dentro del maestrichtiense no es aceptable ya que dichos bloques son en realidad nódulos y por consiguiente son estructuras sedimentarias de la misma edad que las capas que las engloban, no pudiendo por consiguiente existir dentro de estos nódulos una fauna de edad distinta a la edad de las capas que los engloban. Por otra parte la fauna de estos nódulos, con pequeños lamelibranquios no ha sido estudiada, habiéndose citado sólo *Corbula* sp, por consiguiente el significado de esta fauna en realidad se desconoce.

Comparación con otros puntos de la Serranía de Chía. — Observando el mapa geológico de la Serranía de Chía se observa cómo en casi toda su longitud los máximos relieves (Cerro de la Cruz, Cerro de Majuy, Cerro de Majuya) están formados por el Miembro del Raizal.

El Nivel de Plaeners está muy bien representado en El Boquerón de Tabio y se prosigue por el flanco E de la Serranía, por La Balvanera y por la serie de pequeños collados que separan el eje topográfico de la serranía de una serie de pequeños cerros de menor altura que están adosados a ella por el E. Contrariamente a lo que se ha dicho (Bürgl 1958) el Nivel de Plaeners conserva idénticas características y espesor a lo largo de toda la serranía, las variaciones de espesor son aparentes y se deben de una parte a que se ha subestimado su espesor en El Boquerón, donde se les asignan 35 m cuando en realidad alcanzan los 100 m (fig. 3); pero sobre todo a una mala correlación a lo largo de la serranía pues muy frecuentemente se interpretan como Plaeners Superiores (es decir el nivel que separa las areniscas Tierna y de Labor) lo que en realidad son los inferiores, es decir lo que en este trabajo se llama el Nivel de Plaeners; finalmente hay que añadir que en varias localidades (La Balvanera) los plaeners aparentan un espesor mucho mayor que el real debido al replegamiento producido por los fenómenos gravitativos. Así pues el Nivel de Plaeners se puede seguir a lo largo de todo el flanco E de la Serranía con un espesor constante de unos 100 m.

La Arenisca de Labor forma la parte más alta de los pequeños cerros que están adosados al E de la serranía, tan sólo al N del Boquerón de Tabio, (en los Cerros de Piedras Blancas) la Arenisca de Labor forma la parte culminante de la serranía.

La Arenisca Tierna se encuentra en afloramientos interrumpidos en todo el borde oriental de la serranía, limitando con la Sabana; esta Arenisca Tierna no destaca morfológicamente de la Arenisca de Labor sino que está adosada a ella formando la vertiente E de algunos de los cerros cuyas partes más altas están formadas por la Arenisca de Labor. A todo lo largo

del borde E de la serranía siguiendo los afloramientos de la Arenisca Tierna existen como de costumbre toda una serie de explotaciones de arena.

Separando las areniscas Tierna y de Labor se encuentran unos 10 m de materiales finos; que generalmente afloran mal; este nivel es lo que Bürgl llamó los Plaeners Superiores 1959 y cuya potencia en la zona de la Serranía de Chía exageró grandemente. Según Bürgl (1959) estos plaeners alcanzarían los 500 m en la zona de La Balvanera, lo cual representaría el máximo espesor para este nivel; este espesor es erróneo y el error deriva de una parte porque en La Balvanera se toma como Plaeners Superiores lo que en realidad es el auténtico Nivel de Plaeners, es decir los Plaeners Inferiores de la Col. Soc. Petr. Geol. Geoph., que como ya se ha visto es el único nivel importante de lutitas y porcelanitas que existe; de otra parte el error está aumentado por el hecho de que además la potencia de este nivel es aparentemente mayor debido al replegamiento producido por los fenómenos de gravedad de esta zona. En realidad este nivel blando que separa la Arenisca Tierna de la de Labor se mantiene extraordinariamente reducido a todo lo largo de la Serranía de Chía; en efecto a todo lo largo de la serranía las areniscas Tierna y de Labor no se separan morfológicamente lo cual es consecuencia de la falta de un nivel blando importante que las separe. El espesor de este nivel ha sido exagerado también en la zona del Boquerón de Tabio, su exageración en esta zona se debe a que se ha incorporado a este nivel parte de la Arenisca de Labor en la que hay algunas intercalaciones de porcelanitas.

Comparación con las zonas de Usaquén y Choachí. Si se compara la sucesión estratigráfica del Guadalupe de la región de Tabio-Chía con la de Usaquén y región al W de Choachí llama la atención en primer lugar el paralelismo perfecto de las sucesiones en las tres localidades, las únicas diferencias son ligeras variaciones de espesor. A este respecto es interesante señalar que el nivel lutítico y de porcelanitas que separa la Arenisca Tierna de la de Labor (Plaeners Superiores de Bürgl) se mantiene con un espesor constante entre 10-30 m. Esto contradice la idea existente de que los plaeners forman una cuenca algo individualizada; según esta interpretación (Bürgl 1959), este nivel (Plaeners Superiores de Bürgl) tiene 10 m en el Páramo de Choachí, 200 m en las colinas al E de Bogotá, 500 m en La Balvanera, 100 m cerca de La Pradera y desaparece más al W; es decir que engruesa fuertemente desde el Páramo de Choachí hacia el W hasta La Balvanera para adelgazar nuevamente más al occidente. Esta interpretación deriva de una falsa correlación ya que en ella se correlaciona el nivel de Plaeners Superiores de Choachí con los Plaeners Inferiores de los cerros al E de Bogotá, que naturalmente son más gruesos, y con este mismo nivel en La Balvanera, exagerando además su potencia; hacia el W se hace una correlación parecida. En realidad tanto este nivel de separación de las Areniscas Tierna y de Labor como el Nivel de Plaeners (Plaeners Inferiores de la Col. Soc.) se mantienen con un espesor aproximadamente constante.

TECTONICA

La estructura general de la Serranía. — La Serranía de Chía en su parte N es una serranía monoclinal buzando unos 30-50° al oriente. Hacia el S la serranía ensancha permitiendo que se ponga de manifiesto una estructura anticlinal que termina periclinalmente en el extremo S de la Serranía.

El eje del anticlinal no coincide con el eje topográfico de la Serranía, sino que está algo desplazado al occidente, como consecuencia el flanco E del anticlinal es mucho más claro siendo el único que se observa hacia el N. El flanco W es mucho menos claro, forma una serie de pequeños cerros y se pierde cortado por la Sabana al S de la carretera de Chía a Tenjo.

La Serranía de Chía se ha interpretado como limitada por dos fallas inversas paralelas a ella, orientadas a todo lo largo de sus límites occidental y oriental con la Sabana (Bürgl 1959); estas fallas han sido deducidas a partir de una supuesta estructura sinclinal de la serranía, estructura que se dedujo de la interpretación errónea de los fenómenos de gravedad del cerro de La Balvanera y cuyo eje se pensó que seguía el eje de la serranía. Si se tiene en cuenta que la verdadera estructura es precisamente la de un anticlinal las fallas limitantes dejan de ser estrictamente necesarias, especialmente la falla oriental, donde el flanco del anticlinal es perfecto apareciendo incluso la parte alta del Guaduas. El flanco occidental del anticlinal es mucho menos claro, hasta el punto que sólo se reconoce al S de la carretera de Chía a Tenjo quedando cortado por la Sabana en el sector N, esto puede hacer pensar en efecto en la existencia de una falla en el flanco W, tal como ha sido dibujado en el mapa que acompaña a la síntesis estratigráfica de Hubach 1957 sobre la región de la Sabana de Bogotá. No obstante esto no debe interpretarse en el sentido de que la falla oriental no pueda existir. Si se observa un mapa general de la Sabana de Bogotá (Hubach 1957) puede verse cómo la zona de Chía-Tenjo parece situarse aproximadamente en la prolongación de la región al S de Soacha que se caracteriza precisamente por estar formada por una serie de pliegues apretados limitados por fallas inversas longitudinales a los mismos.* Si esta estructura se mantiene, como parece por la forma anticlinal de la Serranía de Chía, es de esperar que asociadas a los pliegues de esta zona existan fallas longitudinales de importancia; las aguas termales de Tabio son un dato en favor de la existencia de estas fallas.

Las fallas de rumbo oblicuas. La Serranía de Chía y por consiguiente el eje del anticlinal cuyo flanco oriental la forma, no tiene un trazado rectilíneo, en su parte N, hasta los cerros de Piedras Blancas, se orienta en dirección NE-SW; de allí hacia el S, hasta La Balvanera, se orienta N-S y de allí hasta su extremo meridional lleva una dirección NNE-SSW. Esta estructura está cortada oblicuamente por fallas de rumbo Strike-slip faults, dos de ellas son bien visibles, una pasa por el S del cerro de La Balvanera y del cerro de La Cruz y la otra por el N del cerro de Las Aguilas; una falla menor se encuentra en la ladera E del cerro de La Balvanera. Estas fallas son frecuentes en toda la zona de la Sabana cortando flancos abruptos de los pliegues, limitando sectores que han tenido un movimiento relativo diferente al ir formándose el pliegue; así frecuentemente limitan sectores inversos y sectores normales en un flanco de un pliegue, tal es lo que ocurre con la falla al N del cerro de Las Aguilas.

Los fenómenos de gravedad. En un trabajo anterior se han estudiado ya los fenómenos de gravedad que se presentan en la formación Guadalupe, especialmente en el Nivel de Plaeners (Julivert 1962 dando lugar a inversiones más o menos acentuadas en los flancos de los pliegues. Los

* Sobre la zona S de la Sabana de Bogotá se encuentra actualmente en elaboración una amplia memoria.

fenómenos que se presentan en esta zona son análogos a los de la región de Usaquén, por tanto no se repetirán las consideraciones generales que se hicieron en aquel trabajo sino que simplemente se van a describir las estructuras locales de la Serranía de Chía.

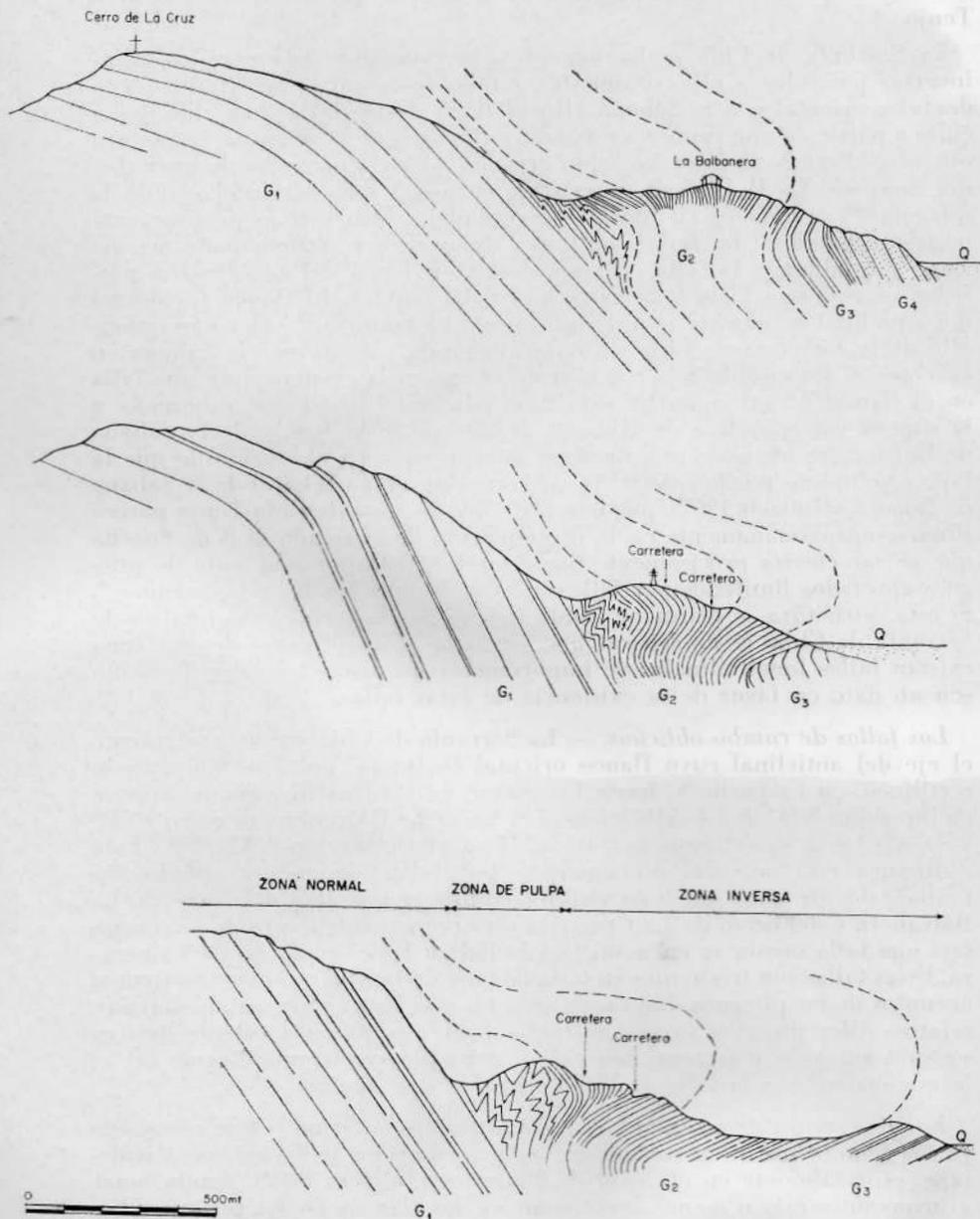


Fig. 4. Estructuras por gravedad en los plaeners de la región de La Balvanera. Cortes en serie desde La Balvanera al N, hasta la gran curva de la carretera. G₁, Miembro del Raizal; G₂, Nivel de Plaeners; G₃, Arenisca de Labor; G₄, Arenisca Tierna.

Los fenómenos de inversión se presentan principalmente en el flanco oriental del anticlinal, ya que el flanco occidental está mal representado; dentro del flanco oriental alcanzan su mayor desarrollo en el sector de La Balvanera encontrándose generalmente limitados al Nivel de Plaeners. Inmediatamente al N de La Balvanera la estructura suele ser la siguiente (fig. 2, cortes 5 y 6 y fig. 4), el Miembro del Raizal se encuentra en posición normal formando la parte culminante de la Serranía, en el contacto de este miembro con el Nivel de Plaeners se observa un despegue por parte de estos últimos y una zona de una anchura variable en la que las capas arcillosas y de porcelanitas que forman el Nivel de Plaeners están intensa y caóticamente plegadas, más al E se sitúa en la zona en que los plaeners están en posición inversa pero sin el intenso replegamiento que caracterizaba la zona anterior; en algunos puntos se observa cómo hacia arriba las capas inversas se doblan para tender a colocarse normalmente. Todo esto comprueba la generalidad del mecanismo propuesta para interpretar las inversiones de la zona de Usaquén; es decir que estas inversiones se producen por efecto de la gravedad al resbalar los materiales plásticos del Nivel de Plaeners, este resbalamiento da lugar a que se forme un pliegue tumbado hacia donde buza el flanco que se invierte; como este pliegue se forma despegando sobre el Miembro del Raizal, en su núcleo y en general en toda la zona de contacto se forma un replegamiento de detalle grande para llenar los espacios. Al igual también que en el borde E de la Sabana de Bogotá los despegues e inversiones de los plaeners se producen donde la erosión ha eliminado las Areniscas de Labor y Tierna; en efecto no hay inversiones al N del Boquerón de Tabio donde la Arenisca de Labor está muy bien representada hasta el punto de formar en el cerro de Piedras Blancas la parte culminante de la Serranía y están muy mal desarrolladas desde el Cerro de Aguilas al S donde la Arenisca de Labor está bien representada en toda una serie de cerros en el flanco E de la Serranía.

Esto no quiere decir que las inversiones no afecten nunca a las areniscas; tanto la Arenisca de Labor como el Miembro del Raizal tienen intercalaciones de espesor variable de lutitas y porcelanitas que actúan a veces facilitando resbalamientos y despegues; así al W de Cota las capas más externas de la Arenisca de Labor sufren inversiones. Por lo que al Miembro del Raizal se refiere, entre los cerros de Las Aguilas y de La Cruz, es decir en el sector comprendido entre las dos fallas de rumbo, sufre también ligeras inversiones (fig. 2, corte 4).

En el flanco occidental las inversiones son menos notables, como es de esperar ya que todo el flanco es poco claro e incompleto, no obstante en los alrededores de la Granada se observa una inversión muy clara que afecta al Miembro del Raizal, Nivel de Plaeners y a la Arenisca de Labor.

CONCLUSIONES

La estratigrafía del Guadalupe en esta región es en todo semejante a la de las demás localidades de la Sabana de Bogotá, tanto por los niveles presentes como por lo que se refiere a sus respectivos espesores.

Los cambios de espesor que se han descrito para distintos niveles de la formación Guadalupe se deben a errores de correlación, incluyendo los grandes cambios de espesor que se han asignado a los llamados Plaeners Superiores.

La cuenca que se ha descrito para este nivel, coincidiendo con el área de la Sabana de Bogotá no es otra cosa que un efecto de estos errores de correlación; estos Plaeners Superiores se mantienen en toda el área de la Sabana con un espesor comprendido entre los 10-30 m. Esto no quiere decir que no haya ciertas variaciones de espesor, pero estas son variaciones menores cuya significación es imposible definir por ahora.

Tectónicamente la Serranía de Chía es un anticlinal con un buzamiento en sus flancos de unos 35-60°. El flanco oriental está bien desarrollado y es el que forma en realidad la serranía. El flanco occidental se observa sólo en la mitad S de la serranía y es mucho menos claro.

Aunque las bases sobre las que se dedujo que la Serranía de Chía está limitada por dos fallas paralelas no son válidas, es posible que existan fallas en relación con ella y de dirección longitudinal, en especial en su borde W. En efecto, tanto por su situación como por la forma del anticlinal esta estructura es comparable a las estructuras del S de Soacha donde los pliegues, largos y apretados están siempre en relación con fallas inversas longitudinales, a lo largo de sus flancos.

La forma simple del pliegue se ve complicada por fenómenos gravitacionales del tipo de las "collapse structures" que dan lugar a inversiones especialmente del Nivel de Plaeners.

El mecanismo de formación de estas inversiones es el mismo descrito ya para la zona de Usaquén y consiste en el resbalamiento de las capas plásticas del Nivel de Plaeners según la pendiente de las superficies de estratificación, especialmente allí donde faltan los niveles de areniscas más superiores que generalmente actúan conteniendo el deslizamiento.

Las pendientes sobre las que se han realizado los deslizamientos son superficies de estratificación con buzamientos comprendidos entre 35 y 60°.

BIBLIOGRAFIA

- BÜRGL, H., 1955. El Guadalupe entre Tabio y Chía, *Bol. Geol., Inst. Geol. Nal.*, t. 3, n. 2, pp. 23-55, ls. 5-8, Bogotá.
- BÜRGL, H., 1958. Estratigrafía y estructura de la región entre Chía y Tenjo, Cundinamarca, *Serv. Geol. Nal.*, Informe 1299 (inédito), Bogotá.
- BÜRGL, H., 1959. Estratigrafía y estructura de la región entre Chía y Tenjo (revisión del informe 1299), *Serv. Geol. Nal.*, Informe 1331 (inédito), Bogotá.
- BÜRGL, H., 1961a. Geología de los alrededores de Ortega, Tolima, *Bol. de Geol., Univ. Ind. Sant.*, n. 8, pp. 21-38, 2 fs., Bucaramanga.
- BÜRGL, H., 1961 b (publicado en el número 1959 aparecido en 1962) Sedimentación cíclica en el geosinclinal cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia, *Bol. Geol., Serv. Geol. Nal.*, v. 7, ns. 1-3, pp. 85-118, 9 fs., Bogotá.
- BÜRGL, H., 1961c. Historia Geológica de Colombia, *Rev. Ac. Col. C. Ex. Fis. Nat.*, v. 11, n. 43, pp. 137-191, 42 fs., Bogotá.
- COLOMBIAN SOCIETY OF PETROLEUM GEOLOGISTS AND GEOPHYSICISTS, 1961. Second Annual Field Conference. Cundinamarca-Boyacá Muzo Emerald Mines, 29 pp., 10 fs., Bogotá.

- HUBACH, E., 1957 (publicado en 1958) Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores, *Bol. Geol., Inst. Geol. Nal.*, v. 5, n. 2, pp., 93-112, 3 ls., Bogotá.
- JULIVERT, M., 1961. El papel de la gravedad y la erosión en las estructuras del borde oriental de la Sabana de Bogotá, *Bol. de Geol., Univ. Ind. Sant.*, n. 8, pp. 5-20, 8 fs., Bucaramanga.
- JULIVERT, M., 1962. Estudio Sedimentológico de la parte alta de la Formación Guadalupe al E de Bogotá (Cretácico Superior), *Bol. de Geol., Univ. Ind. Sant.*, n. 10, pp. 25-54, 12 fs., 6 ls., Bucaramanga.
- TELLEZ I., N. y NAVAS G., J., 1962. Interferencia de direcciones en los pliegues cretácico-terciarios entre Coello y Gualanday, *Bol. de Geol., Univ. Ind. Sant.*, n. 9, pp. 45-61, 3 fs., 1 map. f. t., Bucaramanga
- ZAMARREÑO DE JULIVERT, I., 1962. Estudio petrográfico de la parte alta de la formación Guadalupe (cretácico superior) al E de Bogotá, *Bol. de Geol., Univ. Ind. Sant.*, n. 10, pp. 55-67, 1 tb., 6 ls., Bucaramanga.