

# Geología de la vertiente W del macizo de Santander en el sector de Bucaramanga

Por M. Julivert (\*)

**RESUMEN.**—Se estudia un sector de la vertiente occidental del macizo de Santander, macizo ígneo-metamórfico aparecido por desmantelamiento de un gran pliegue de fondo que hacia el N se ve enmascarado por la aparición de fallas. Sobre este zócalo se reconoce un jurá-triásico (formación Girón) con un espesor que dentro del sector estudiado varía de 500 metros en la parte W, hasta llegar a desaparecer hacia el E; esta desaparición se debe, por lo menos en gran parte, a un periodo de erosión pre-cretácico. El cretácico tiene una potencia de 2.000 metros y su característica más importante es que en los niveles del barremiense al turoniense, ambos inclusive, es fuertemente arenoso lo que constituye un cambio de facies con respecto al cretácico del valle medio del Magdalena, que es poco arenoso y de mayor espesor. Desde el punto de vista estructural el macizo en este sector limita al W por una importante falla que lo eleva a modo de bloque único. La tectónica andina interna del macizo es una tectónica de fallas que han dejado de jugar con anterioridad a la falla antes citada. Todas estas fallas tienen su labio hundido hacia el E, a pesar de lo cual el zócalo aflora cada vez más en este sentido debido a que todo el conjunto está basculado y se eleva hacia el E. Además de esta tectónica de fondo existe una tectónica de cobertera debido a adaptación al zócalo, compresiones locales o a la gravedad. Morfológicamente la nota más destacada es la existencia de una zona arrasada actualmente entre los 3.000 y 3.400 metros; las fallas interiores del macizo son anteriores al arrasamiento, la falla límite es posterior.

---

**ABSTRACT.**—This is a study of a sector of the West flank of the Santander Massif an igneous-metamorphic massif uncovered by the stripping of a great, deep-seated fold which to the North is masked by the presence of faults. On this basement a Jura-Trias formation (The Giron) has been identified, the thickness of which varies from 500 m. on the Western side to zero to the East where it disappears. This disappearance is due, at least in large part, to a period of pre-cretaceous erosion. The cretaceous has a thickness of 2,000 m. and its most important characteristic is that the horizons from barremian to the end of turonian age is very sandy. This constitutes a facies change compared with the cretaceous of the middle Magdalena Valley, which there, is thicker and only slightly sandy. From a structural stand point the massif in this sector is delimited to the W by a major fault which has elevated it as an unit. The internal Andean tectonics of the massif is governed by faulting which had ceased to be active

---

(\*) Universidad Nacional, Bogotá.

before the formation of the above-mentioned fault. All these internal faults have their down-thrown blocks to the E although the basement rises more and more in that direction due to the fact that the whole complex has been tilted and elevated to the East. Besides this basal tectonic there exists surface structure produced by adaptation to the basement, by local compressive forces or by gravity. Morphologically, the outstanding feature is the existence of an eroded zone at an elevation between 3.000 and 3.400 m. The first faulting of the massif is prior to the erosion, the limiting fault is later.

---

RESUME.—On étudie un secteur du versant W du massif ancien de Santander. Il s'agit d'un socle granitique et métamorphique surmonté par des sédiments mésozoïques. Ce socle apparaît vers le Sud par érosion d'un pils de fond tandis que vers le Nord il s'agit d'un bloc surélevé par des failles. Le Mésozoïque est constitué par un Jura-Triasique (formation Girón) dont la puissance dans le secteur étudié atteint les 500 m. vers l'ouest et diminue vers l'est où le Girón n'affleure plus. Le Crétacé, avec 2.000 m. d'épaisseur est gréseux du Barremien jusqu'au Turonien, ce qui montre un changement de faciès par rapport au Crétacé de la vallée moyenne du Magdalena, moins gréseux et plus puissant. Du point de vue tectonique le massif est limité à l'ouest par une faille. La tectonique d'âge alpidique à l'intérieur du massif vient caractérisée par un ensemble de failles dont les lèvres sont toujours effondrés vers l'est. Le socle affleure vers l'est malgré le sens du rejet des failles à cause de la bascule des blocs s'élevant vers l'est. En plus de cette tectonique de fond, il existe une tectonique de couverture par adaptation au socle, par des compressions locales et gravité. Du point de vue morphologique le trait le plus remarquable est l'existence d'une surface d'érosion à 3.000 - 3.400 m. antérieure aux failles qui se trouvent à l'intérieur du massif. La faille qui limite le massif a joué postérieurement.

## INTRODUCCION

El macizo de Santander es un extenso macizo igneo de orientación general N-S que termina periclinalmente hacia el S. bajo el secundario que lo recubre formando anticlinal. De S a N el macizo se eleva y por consiguiente se ensancha ya que el desmantelamiento por erosión de la cobertera mesozoica es cada vez mayor. Las características de la vertiente W del sector más meridional del macizo de Santander, ya han sido descritas en otras ocasiones (Julivert, 1958-a, 1958-b); en el sector S el zócalo aparece por desmantelamiento de la cobertera debido a una progresiva elevación hacia el E; en el sector N, la elevación del macizo se hace más brusca por la aparición de una falla que separa el macizo, formado por el zócalo igneo y metamórfico, del área mesozoica tabular que lo limita por el W. Entre esta falla (falla de Bucaramanga) y la parte culminante del macizo (Páramo de Santurbán), o sea en la vertiente W del macizo, se desarrolla una estructura principalmente de fracturas que se ponen bien de manifiesto por la existencia de retazos cretácicos conservados entre ellas. Esta tectónica de fallas es típica del sector del macizo al E de Bucaramanga, más hacia el S las fallas desaparecen y se pasa a la estructura abombada antes citada.

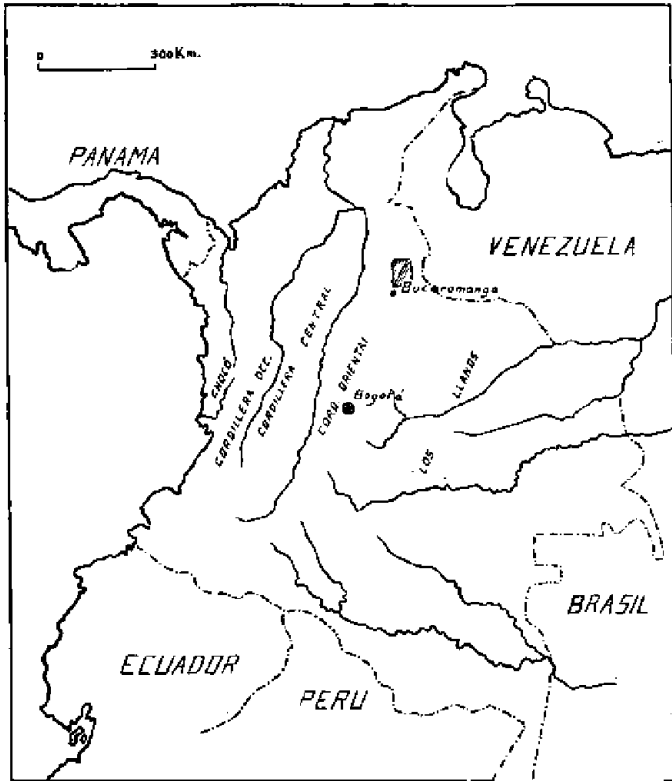


FIGURA NUMERO 1.—Situación del área estudiada.

Para el presente estudio se ha utilizado como base topográfica: para los alrededores de Bucaramanga el Mapa Preliminar 1:10.000 del Instituto Geográfico; para el área de Matanza-Suratá-California-Charta-Pirita se ha dispuesto de las fotografías aéreas; para la zona de La Corcoba-Berlín, del trazado de la carretera de la Compañía Morrison y para toda la zona del páramo. Tona, Vetas, La Baja y Angosturas, del mapa del Instituto de Estadística. En conjunto, pues, la base cartográfica ha sido bastante deficiente; como consecuencia, el mapa que acompaña al trabajo tiene menos precisión en las áreas en que no se ha dispuesto ni del mapa topográfico 1:10.000 ni de las fotografías aéreas.

### LOS MATERIALES

En todo el macizo de Santander aflora extensamente el zócalo, formado por materiales ígneos o metamórficos; no obstante, en este trabajo no se ha abordado su estudio, ya que su objeto es el de poner de manifiesto las estructuras originadas por la orogénesis andina; por este motivo, tanto en el mapa como en los cortes, no se distinguen ni estructura ni materiales del zócalo sino que se representa este zócalo como un solo conjunto.

Este zócalo está formado por rocas de tipo granítico, gneis y micacitas. El granito se encuentra principalmente en la zona de Berlín y La Corcoba; en el Valle del Suratá predominan, en cambio, las rocas metamórficas, especialmente micacitas; en la cabecera de Tona y carretera entre Berlín y Vetas se encuentran gneis y algún reducido afloramiento de mármol; tal vez se trate de un metamorfismo creciente de N a S hasta llegarse a unos gneis y a un granito de anatexia. Esto no obstante no es más que una posibilidad, como ya se ha dicho, no se ha estudiado el zócalo; su evolución debió ser desde luego mucho más compleja, con existencia tanto de gneis y granitos típicamente de anatexia como de granitos circunscritos de apariencia intrusiva. La edad de este zócalo puede considerarse predevónica sin más precisión. Ligados al zócalo se encuentran yacimientos minerales. La zona de California, Vetas, El Volcán, La Baja y Angosturas es una región minera donde se ha explotado el oro desde antiguo y más recientemente se ha investigado el uranio (Glai-zot, 1911; Lleras Codazzi, 1931; Ramirez, 1955; Nelson, 1955; Atomic Energy Com. U. S. A., 1955; Bueno, 1955-a, 1955-b).

#### EL JURA-TRIASICO (FORMACION GIRON)

La formación "Girón", bien desarrollada al W y SW de Bucaramanga (Scheibe, 1938; Hubach, 1957; Julivert, 1958-a, 1958-b) se encuentra extraordinariamente reducida en el macizo de Santander; tan solo se encuentra bien representada en una dovela al W de la carretera entre Matanza y el ramal de Charta; en esta dovela "Girón" puede alcanzar los 500 m. Más al E el espesor disminuye bruscamente; al E de la falla que limita esta dovela por el oriente el espesor de "Girón" desciende bruscamente a los 20-40 m. Estos espesores son característicos de toda la zona al E de dicha falla hasta una línea que uniera California, Charta, Tona y el principio del páramo en la carretera de Bucaramanga a Pamplona; más al E el cretácico descansa directamente sobre el ígneo. Así, pues, la pérdida de espesor de "Girón" hacia el oriente, hecho observado ya en Los Santos, Curití y Mogotes, se encuentra igualmente en esta zona. Sobre la significación de este hecho se trata en otra publicación de carácter más amplio (Julivert, in lit. b).

#### EL CRETACICO-PALEOCENO?

En casi toda el área estudiada el cretácico se encuentra reducido a sus niveles más inferiores. Tan solo en la zona de Matanza-Suratá-California puede obtenerse un corte completo. La sucesión es:

TECHO: conglomerado poligénico de cantos mal rodados y cemento cuarcítico (paleoceno?)

Pizarra gris-verdosa, pizarras arenosas y algún banco de areniscas, con finas capas limoníticas y algún banco delgado de carbón (maestrichtiense-campaniense; "Formación Umir") ..... 1.000 m.

Pizarras alternando con calizas en bancos finos, con capas de lófitas y grandes nódulos discoidales calizos (santoniense-coniacense; "Formación Galembó") ..... 150 m.



FIGURA NUMERO 2.—Mapa geológico de la vertiente W del macizo de Santander en el sector de Bucaramanga.

Del turoniense al barremiense	{	Areniscas cuarcíticas .....	30 m.
		Caliza lumaquélica .....	10 m.
		Pizarra arcillosa .....	15 m.
		Areniscas, areniscas cuarcíticas y pizarras alternantes, el conjunto es predominantemente arenoso y cuarcítico .....	360 m.
Hauteriviense	{	Caliza gris, compacta en la parte media, con bancos de margas hacia la parte alta y baja (Rosablanca) .....	150 m.
		Pizarras oscuras .....	50 m.

Arenisca cuarcítica alternando con pizarras hacia la base con bancos de conglomerados de cantos cuarzosos, subangulosos (hauteriviense inferior-valanginiense?; "Formación Tambor") .....

100 m.

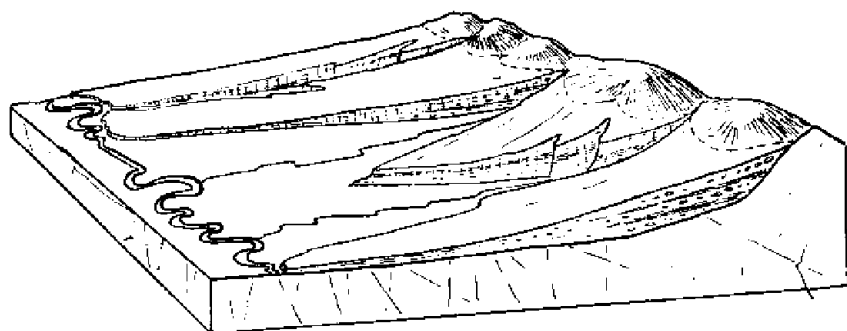
#### YACENTE: "Girón"

Esta serie es la que se observa en un corte NNW-SSE en el área entre Matanza y Suratá. En ella los niveles inferiores (Tambor, Rosablanca) y superiores (Galembó, Umir) coinciden con los niveles típicos del Valle Medio del Magdalena y de la región del Tablazo, entre Bucaramanga y San Vicente del Chucurí (Hubach, 1957; Morales, 1958; Julivert, in lit. a). La parte media de la sucesión (del barremiense al turonense) es de características distintas; aquí es fundamentalmente detritica, en el Tablazo era predominantemente de "shales" si bien había niveles arenosos. Existe por tanto un cambio lateral de facies en esta parte, pasándose de una serie predominantemente de "shales" a una principalmente de areniscas. Un hecho paralelo se observa entre San Gil y Mogotes (Julivert, 1958-b); no obstante, allí el cambio de facies es menos acusado, ya que la serie era siempre predominantemente de "shales". Paralelamente a este cambio de facies hay que destacar una reducción de potencia en el cretácico.

Otro hecho cabe señalar; la presencia por encima de "Umir" de un conglomerado de cantos angulosos de cemento cuarcítico y muy poligénico. Por su posición y naturaleza petrográfica este conglomerado debe interpretarse como del terciario inferior, tal vez paleoceno, aunque podría ser también eoceno. El estudio detallado del afloramiento, su estratigrafía, estudio de los cantos y posición tectónica, pueden aportar interesantes datos al conocimiento de la evolución tectónica de este sector de la Cordillera Oriental y constituye un interesante tema para futuras investigaciones.

#### LOS MATERIALES MODERNOS DEL PARAMO

Capítulo completamente aparte merecen los materiales modernos que se encuentran en el páramo, al W de Berlín, ligados a las quebradas actuales y ligeramente excavados por ellas. Sobre el significado de estos materiales habrá que insistir en el capítulo sobre morfología, puesto que su interpretación está ligada a la interpretación morfológica del páramo.



1 K.

FIGURA NUMERO 3.—Esquema de la relación entre el perfil actual de las cabeceras de las quebradas del páramo y los materiales modernos de relleno.

El páramo es un pequeño altiplano situado alrededor de los 3.000 metros desarrollado principalmente en la zona de Berlín, lo surcan unas pequeñas quebradas que apenas han excavado en el páramo y ligadas a ellas se encuentran unos sedimentos actualmente algo excavados por las quebradas, de modo que forman terrazas de 5-15 metros sobre ellas; la mayor acumulación de sedimentos se realizó hacia las cabeceras, en ellas es también donde la erosión actual ha excavado más, quedando estos sedimentos unos 15 metros por encima de los cauces actuales (figura 3). Estos depósitos serán sometidos más adelante a discusión; su edad por el momento puede considerarse plioceno inferior.

### TECTONICA

El rasgo estructural más destacado es la existencia de un conjunto de fallas de orientación general N-S y con los labios hundidos situados constantemente al E. Solo al S de Tona esta disposición se modifica algo por la aparición de algunas fallas con el labio E elevado. Aunque toda la región estudiada tiene la misma significación estructural pueden distinguirse tres zonas algo independientes; una franja mesozoica SW-NE rota oblicuamente por fallas N-S, es la franja de Matanza-Suratá; una franja cretácica N-S hundida y basculada al W por una falla de idéntica dirección; una zona de pequeñas dovelas cretácicas al S de Tona, al empezar el páramo, desde Bucaramanga a Berlín. No obstante para la descripción regional es tal vez mejor una división atendiendo a la topografía a la vez que a la estructura. De este modo pueden considerarse: la región de Matanza-Suratá-California; la región de Charta; la cabecera de la quebrada de Tona y el Páramo de Berlín.

#### LA REGION DE MATANZA-SURATA-CALIFORNIA

Se trata de una franja mesozoica, orientada de SW a NE y buzando al NW o NNW, rota en una serie de dovelas por fallas orien-

tadas aproximadamente N-S. La más occidental de estas dovelas está formada exclusivamente por "Girón" que alcanza allí los 500 metros de espesor. El límite W de esta dovela lo constituye una falla sobre la que tiende a adaptarse "Girón"; por ello a lo largo de la carretera a Matanza, en el sector que sigue paralelo y próximo a dicha falla, los buzamientos de "Girón" son de 40-45° al E; más al oriente "Girón" se coloca ya horizontal y no presenta nuevos trastornos hasta las proximidades de la falla que es el límite E de la dovela, falla que igual que la anterior hunde su labio oriental. Hacia el S esta dovela de "Girón" queda limitada por una falla oblicua a las anteriores; hacia el N "Girón" se encuentra solo en la parte oriental de la dovela y termina allí (figuras 2 y 4).

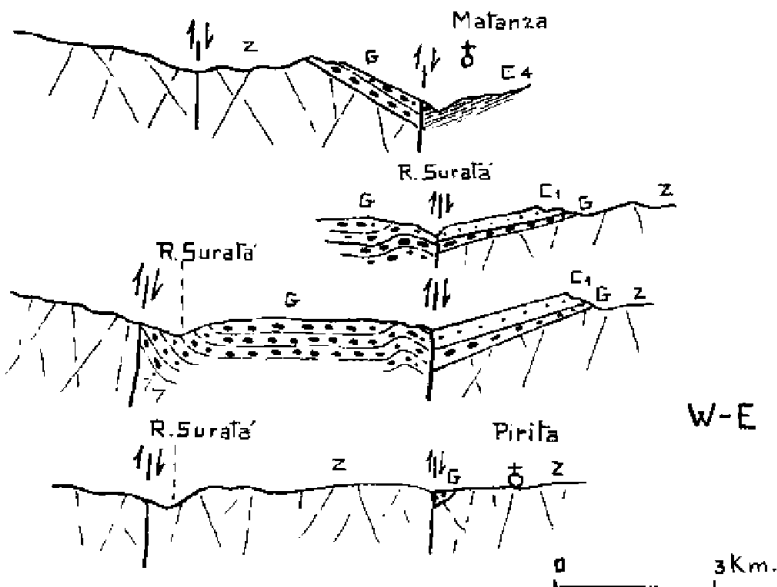


FIGURA NUMERO 4.—Cortes a través de la dovela de "Girón" al W de Matanza y Pirita. Z = zócalo; G = "Girón"; C1 = Formación "Tambor"; C4 = Formación "Galembó".

La más oriental de las dos fallas descritas sigue paralela al río Suratá entre el ramal de Charta y Matanza y corta oblicuamente la franja cretácica de Matanza-Suratá; hacia el N es "Umír" lo que queda cortado por la falla; al SW de Matanza es "Galembó" (santoniense-coniacense) lo que queda fallado con "Girón"; más al S todavía son los niveles arenosos del barremiense al turoniense los que quedan fallados y junto al ramal de Charta son ya los niveles hauterivienses (Rosablanca-Tambor); finalmente, más al S, junto a Pirita la falla queda ya dentro del basamento.

La franja cretácica de Matanza-Suratá-California es de estructura más compleja; queda rota también por dos fallas N-S, pero estas fallas se manifiestan mejor en Charta por lo que se estudiarán



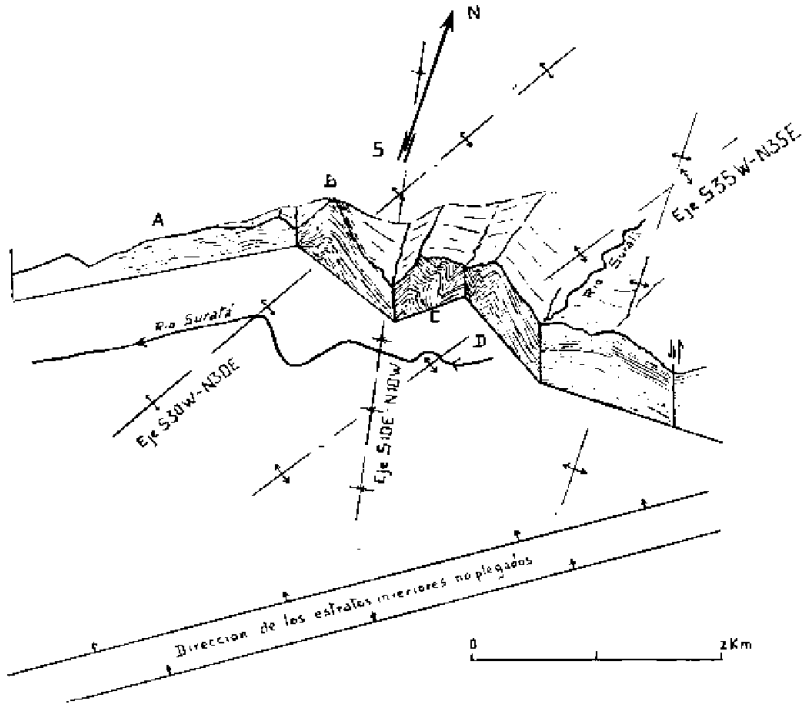


FIGURA NUMERO 5.—Pliegues de detalle en el santoniense-cretácense (Formación "Galembó") entre Matanza y Surata.

entonces, la dovela al W de Charta donde aparece buzando al N la base del cretácico no es más que el borde hundido de esta franja y por consiguiente desplazado hacia el S. La estructura de esta franja se complica de SW a NE y es más complicada en los niveles superiores que en los inferiores.

En los alrededores de Matanza los niveles del valanginiense superior (?) al turoniense, formados por capas resistentes, areniscas cuarcíticas fundamentalmente, buzando constantemente al NW sin ninguna complicación estructural de detalle; los niveles superiores ("Galembó" y "Umir") se encuentran extremadamente replegados (figuras 5 y 6); pero ello solo en los niveles bien estratificados y plásticos ("Galembó" y "Umir"), sin que llegue a afectar a las capas inferiores. Otra característica de estas estructuras es su carácter caótico; en la margen derecha del río se manifiestan un conjunto de pliegues que son los representados en las figuras 5 y 6. Estos pliegues no solo no son paralelos entre sí (figura 5) sino que no se prolongan por mucho tiempo en sentido longitudinal; en muchos casos las estructuras de la margen derecha del río no tienen ningún equivalente en la margen izquierda, donde se desarrollan estructuras de idénticas características pero independientes a ellas. Otra característica es la oblicuidad de los ejes de los pliegues con respecto a la dirección de los estratos inferiores no plegados y de orientación rígida. Aunque más adelante se insistirá sobre la

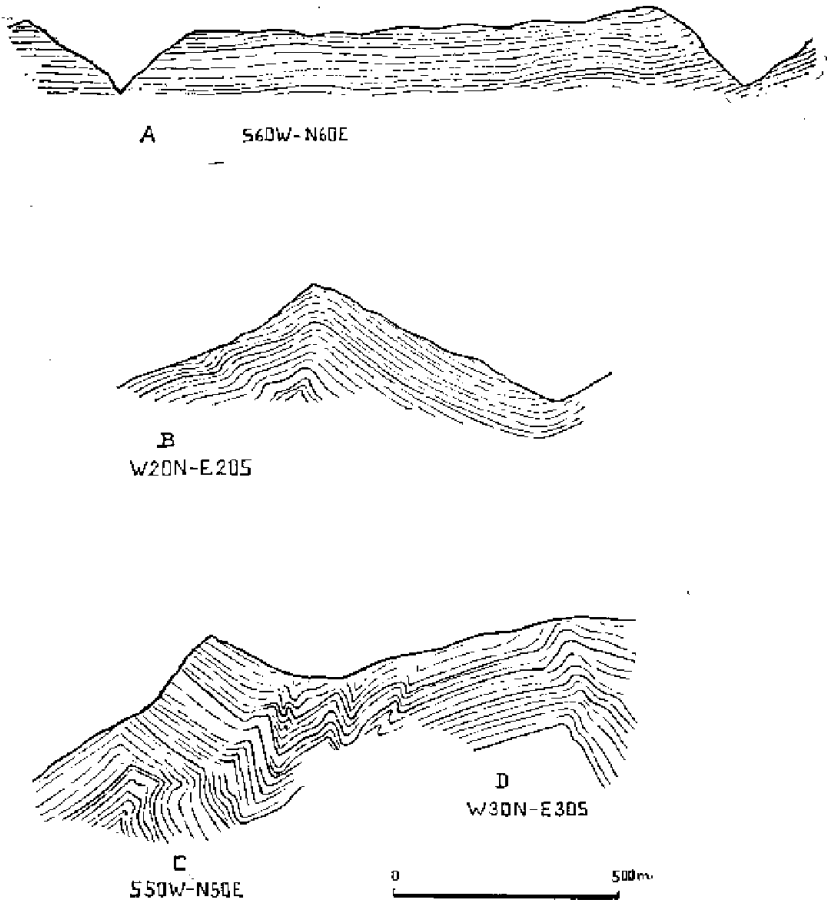


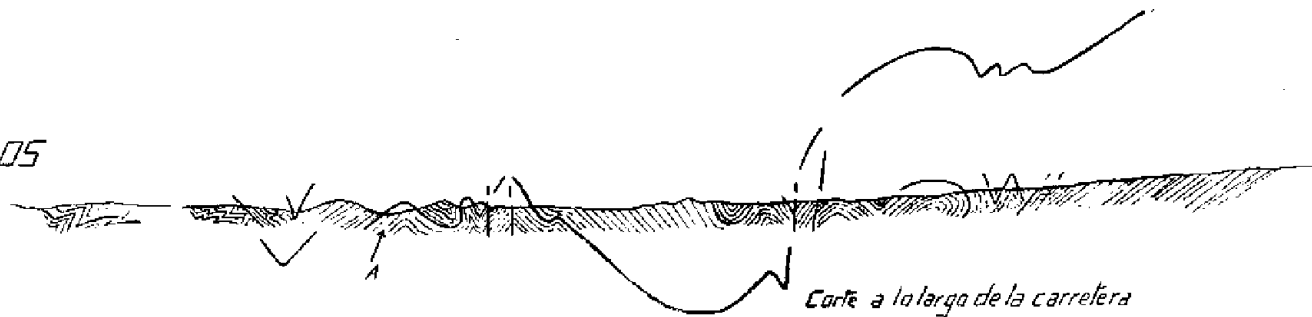
FIGURA NUMERO 6.—Detalle de los pliegues del cretácico superior entre Matanza y Suratá; la relación entre ellos está representada en la figura número 5.

significación de estos pliegues, puede adelantarse que su origen debe ser por deslizamiento gravitacional según la pendiente de los estratos inferiores, rígidos, no replegados.

Más al NE la estructura se complica notablemente de manera que aparecen accidentes tectónicos incluso en las capas inferiores; hay que tener en cuenta para interpretar esta complicación estructural hacia el NE, que esta zona se encuentra en la prolongación de las dos fallas que al W de Charta hundien una dovela cretácica, la dovela ya citada que desplaza hacia el S el límite mesozoico-basamento de la franja Matanza-Suratá-California.

En la figura 7 está representada la estructura de la franja entre Suratá y California. La adaptación de las capas del cretácico, especialmente del cretácico superior a las fallas profundas unido a los fenómenos de disarmonía y gravitacionales, da lugar a la complejidad de detalle de la estructura.

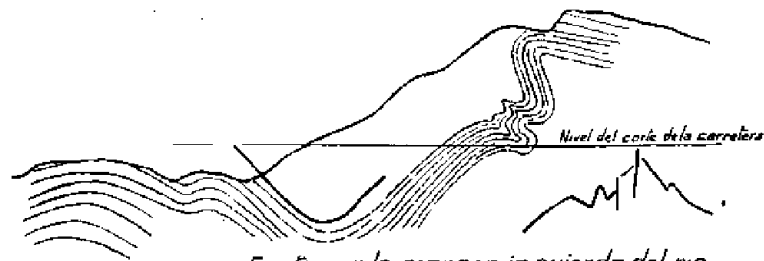
W30N-E30S



Carte a lo largo de la carretera





Carte por la margen derecha del rio



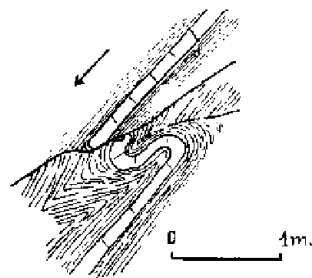
Carte por la margen izquierda del rio

0 1 2 Km.

 'Shales' y areniscas

 Calizas - 'shales' y lilitas

Detalle de A (550W-N50E)



0 1m.

FIGURA NUMERO 7.—Cortes entre Suratá y California.

## LA REGION DE CHARTA

En la región de Charta existen dos dovelas de significación distinta. La más occidental, inmediatamente al W de Charta, es la dovela cuya significación ha sido descrita en el capítulo anterior; está comprendida entre dos fallas cuyo labio hundido es, para ambas, el labio oriental y representa un fragmento hundido de la franja cretácica que se ha descrito en el capítulo anterior. Los niveles que afloran en Charta corresponden al cretácico inferior, la tectonización de detalle es por ello escasa (figura 8), los buzamientos son al N o al NW. La dovela más oriental está fuertemente basculada, hundida hacia el W, hacia el E la erosión ha desmantelado la cobertera mesozoica y aparece el zócalo que forma toda la parte alta del macizo, como siempre los niveles superiores son disarmónicos, más plegados que los inferiores.

### LA CABECERA DE LA QUEBRADA DE TONA

La quebrada de Tona se extiende formando una amplia cabecera en abanico, aguas arriba de Tona; esta amplia cabecera se domina perfectamente desde la carretera de Berlín a Vetas. Estructuralmente pueden distinguirse dos dovelas, una oriental, continuación de la dovela oriental de Charta en la que el cretácico, basculado hacia el W, deja aflorar hacia el E el zócalo desmantelado por la erosión; su estructura es simple: el cretácico apoyado sobre una superficie arrasada sobre el basamento y buzando unos 30° al W. La dovela occidental es más compleja, en realidad hacia el S aparecen otras dovelas menores interponiéndose entre las dos citadas; la estructura queda suficientemente de manifiesto en la figura 9.

El corte más septentrional es de todos el más característico, las estructuras más meridionales no son sino una prolongación hacia el S de las estructuras manifestadas en este corte, algo enmascaradas por unas fallas de importancia secundaria. Atendiendo a los rasgos más destacados, bien manifiestos en este primer corte se observa cómo las dos fallas más importantes siguen hundiendo sus labios orientales; por otra parte llama la atención el intenso replegamiento de las areniscas de la base del cretácico. Más adelante se insistirá en la interpretación de estos hechos.

### EL PARAMO DE BERLIN

Al alcanzar el páramo, procedentes de Bucaramanga, se encuentra una pequeña área cretácica. Se trata de tres dovelas alargadas, orientadas N-S; la más occidental de ellas está formada por la arenisca de la base del cretácico y un débil espesor de "Girón", el buzamiento es hacia el N como consecuencia de la basculación de esta dovela. La dovela intermedia está formada por la caliza haueriense si bien hacia el S afloran los niveles más inferiores hasta el zócalo granítico. La dovela en su extremo S está formada por un anticlinal y un sinclinal, aunque esta estructura queda cortada por las fallas que la limitan; hacia el N los ejes de ambos pliegues que-

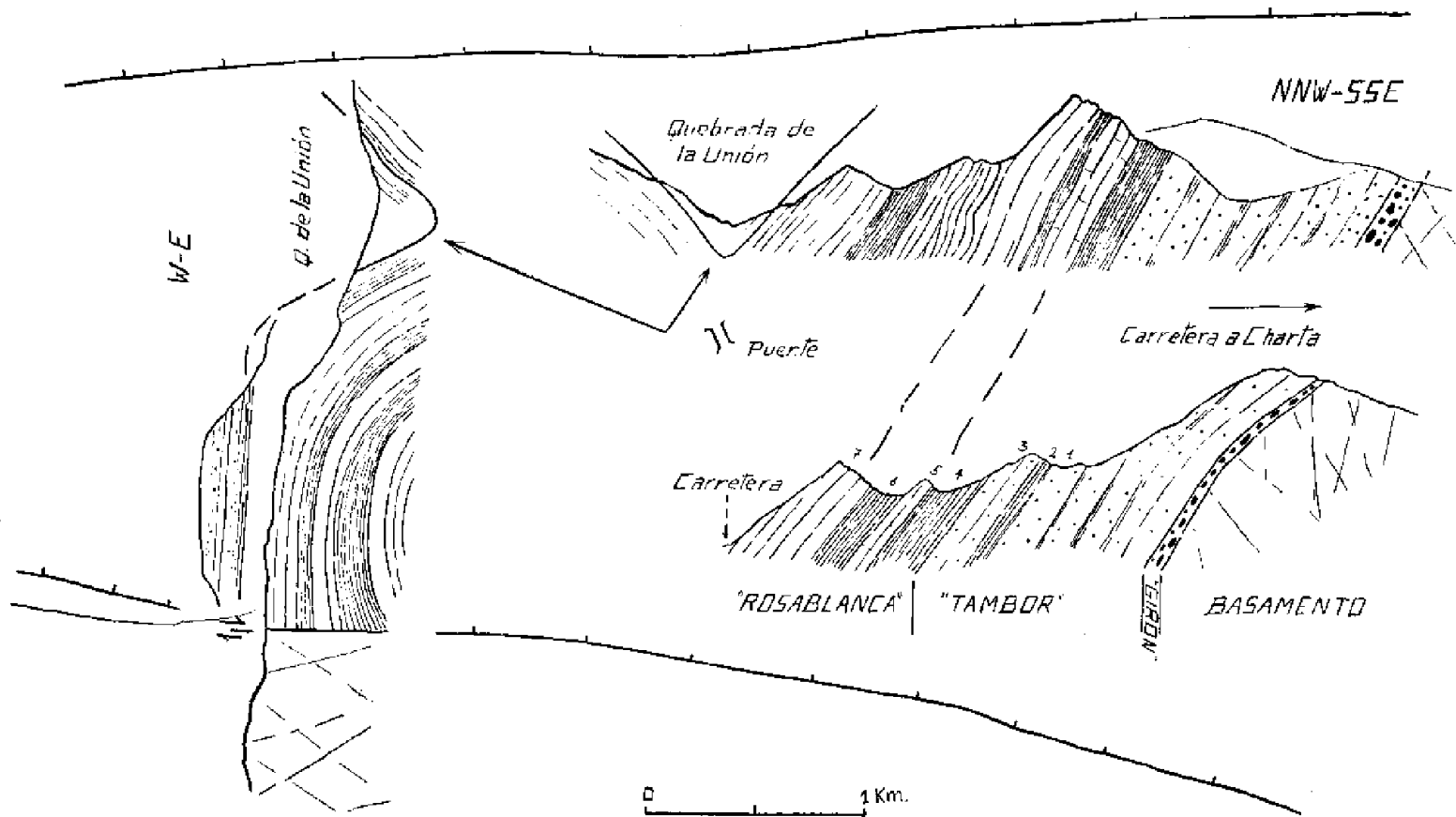


FIGURA NUMERO 8.—Cortes del cretácico de la dovela W de Charta. Detalle de la estratigrafía en el contacto "Rosablanca"-"Tambor": 7, caliza margosa con multitud de restos, especialmente de ostreidos hasta llegar a formar a veces una lumaquela; hacia la base el nivel se hace más margoso, alternan margas con bancos nodulares de caliza y, finalmente, se pasa a margas con nódulos calizos (50 metros); 6, margas y "shales" calcáreas (30 metros); 5, caliza margosa y nodulosa (15 metros); 4, "shales" oscuras o negras con restos de lamelibranquios (50 metros); 3, areniscas cuarcíticas (40 metros); 2, pizarra arenosa con algún banco de pizarra negra, carbonosa (40 metros); 1, arenisca cuarcítica.

W205-E20N

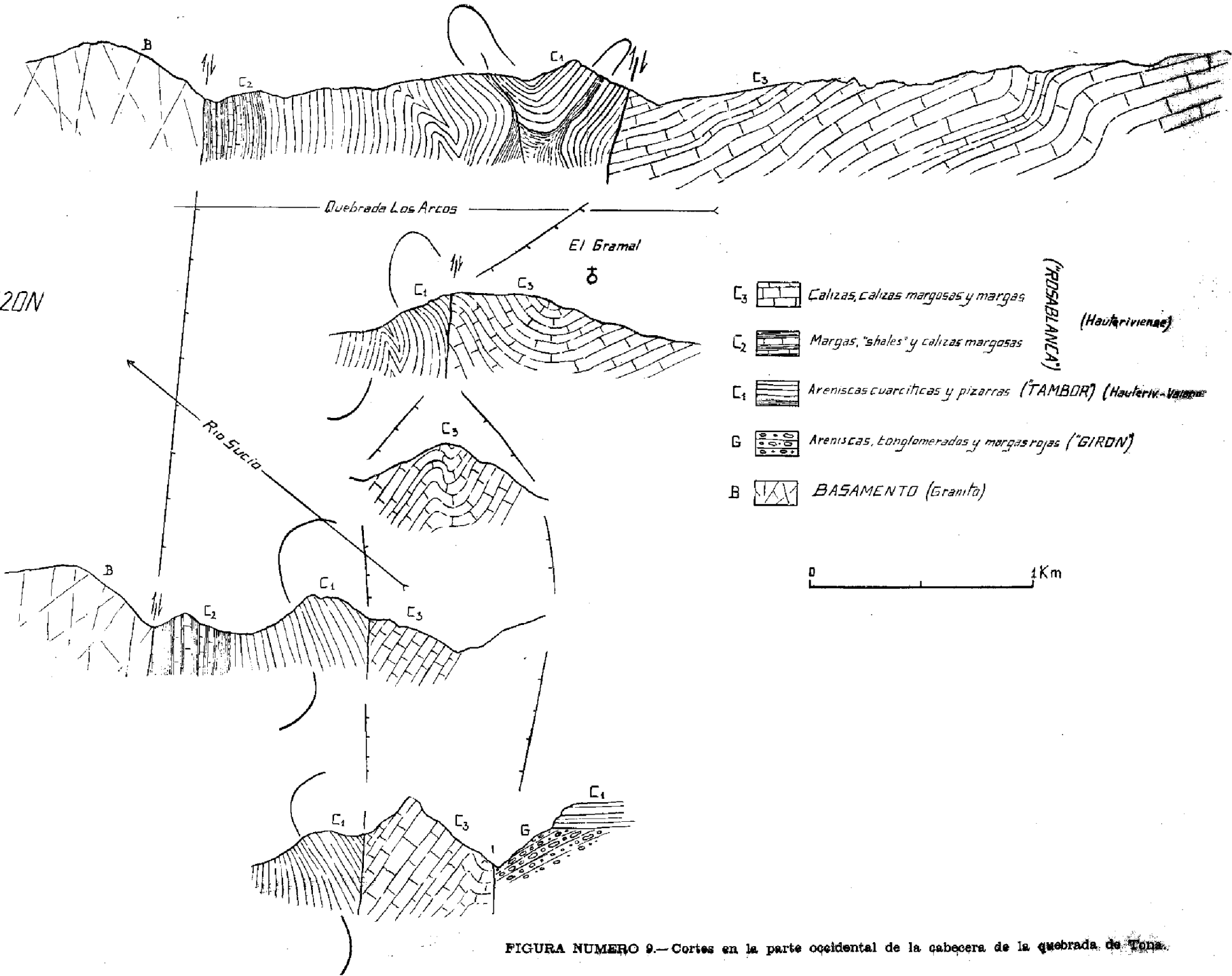


FIGURA NUMERO 9.—Cortes en la parte occidental de la cabecera de la quebrada de Tona.

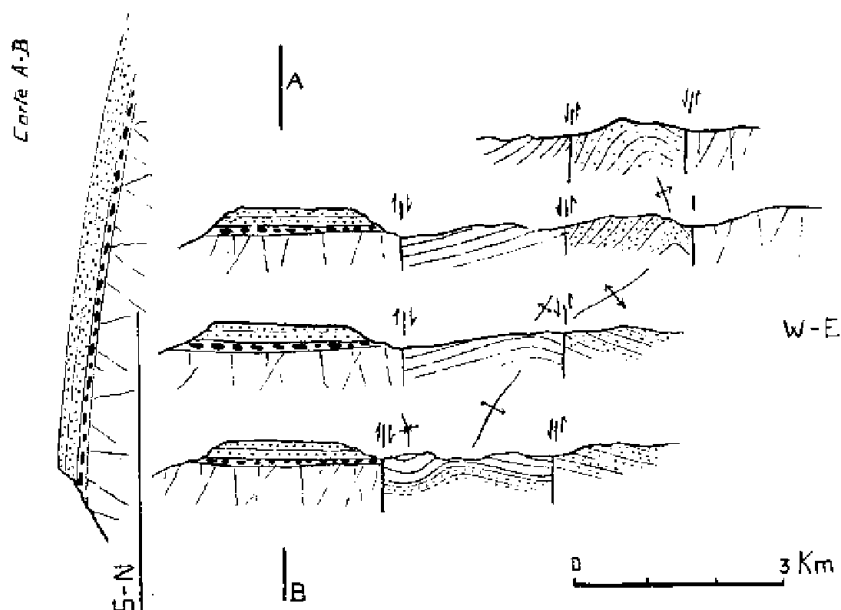


FIGURA NUMERO 10.—Cortes a través de las dovelas cretácicas en el extremo W del páramo de Berlín.

dan cortados por las fallas que forman el límite de la dovela. La dovela más oriental está formada de nuevo por la arenisca de la base del cretácico; la estructura de esta arenisca es, en líneas generales, la de un anticlinal a veces bien manifiesto, otras cortado por las fallas que limitan la dovela (figura 10); en realidad parece tratarse de la continuación del anticlinal de la dovela anterior, oblicuo a las fallas. En esta zona es de señalar la existencia de dos fallas, las dos más occidentales que elevan sus labios orientales; este juego, que empezaba a encontrarse en algunas fallas en el extremo S de la zona de Tona, es contrario a la ley general para el conjunto de la región estudiada; las fallas de mayor salto en toda la región han hundido constantemente sus labios orientales, excepto la falla de Bucaramanga, que en esta zona forma el límite W del macizo de Santander.

#### TECTONICA DE FONDO Y DE COBERTERA: LA RED DE FALLAS

Las descripciones y cortes locales pueden hacer perder algo la visión de conjunto de la estructura del país, ya que se ha hecho la descripción de las dovelas por separado, es decir, de la estructura interna de cada dovela. No obstante la simple observación del mapa (figura 2) pone de manifiesto que el rasgo principal de la estructura es la existencia de un conjunto de fallas orientadas N-S y con su labio oriental hundido, con excepción de algunas fallas en la zona S, todas ellas de menor importancia. El carácter constantemente hundido de los labios orientales contrasta con la progresiva

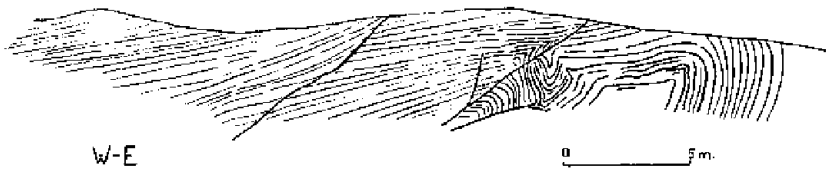


FIGURA NUMERO 11.—Detalle del núcleo anticlinal de la dovela más oriental en la trinchera de la carretera de Berlín.

elevación del macizo hacia el E hasta alcanzar sus cotas máximas en la zona del páramo, en Berlín y al E de Vetas y el Volcán. Pero no solo existe esta aparente contradicción entre el relieve y el juego de las fallas, sino que además hacia el E y después de cada falla van apareciendo niveles cada vez más bajos, hasta aflorar el basamento. Esta disposición se debe a la basculación del zócalo. Las fallas hunden sus labios orientales, pero este hundimiento queda suficientemente compensado por la basculación de las dovelas, hundidas al W y elevadas hacia el E; por ello en cada dovela, aunque el zócalo se hunde, la basculación compensa hacia el E el hundimiento y no solo lo compensa, sino que lo sobrepasa de manera que al alcanzarse la otra falla, el zócalo está ya tanto o más alto de lo que estaba en el extremo oriental de la dovela anterior (figura 12). La estructura descrita plantea dos problemas: en primer lugar, si las fallas son directas o inversas; en segundo, si la basculación de las dovelas es una consecuencia de la fracturación, o si las fallas se produjeron sobre un área basculada en su conjunto hacia el W. Por lo que respecta al carácter de las fallas hay que aceptar su carácter inverso; en las fallas de Tona es donde se observa mejor tal carácter, no obstante se trata de fallas notablemente verticales. Por lo que se refiere al segundo problema, admitir una basculación simple consecuencia de la fracturación, es difícilmente compatible con el carácter de las fallas, el grado de basculación, el tamaño de las dovelas y la rigidez del zócalo, todo ello conduce a una incompatibilidad de espacio que hace difícil poder aceptar este mecanismo. La fracturación debe ser una consecuencia de la basculación, y por tanto, genéticamente posterior a aquélla, aunque ambas pudieron estar muy próximas en el tiempo. La interpretación correcta de estos fenómenos no puede hacerse estudiando solo esta región; un estudio de toda la vertiente W de la Cordillera Oriental, en el sector de Santander, permite sacar conclusiones más amplias; esta comparación se hace en otro trabajo de carácter más amplio (Juliérv. in lit. b). Las conclusiones alcanzadas conducen a relacionar la fracturación del zócalo con fenómenos de abombamiento del mismo, con pliegues de fondo que al acentuarse sobrepasan el límite de deformación del zócalo y producen las fallas que permiten seguir la deformación. Las fallas son, pues, un efecto secundario, aunque pudieron producirse, por lo menos en parte, en épocas bastante precoces con respecto a la deformación del zócalo, otras, en cambio, se han movido incluso en los tiempos cuaternarios (Juliérv. 1958-a).

Toda esta tectónica es una tectónica de fondo del zócalo; las estructuras descritas al hacer el estudio particular de las dovelas



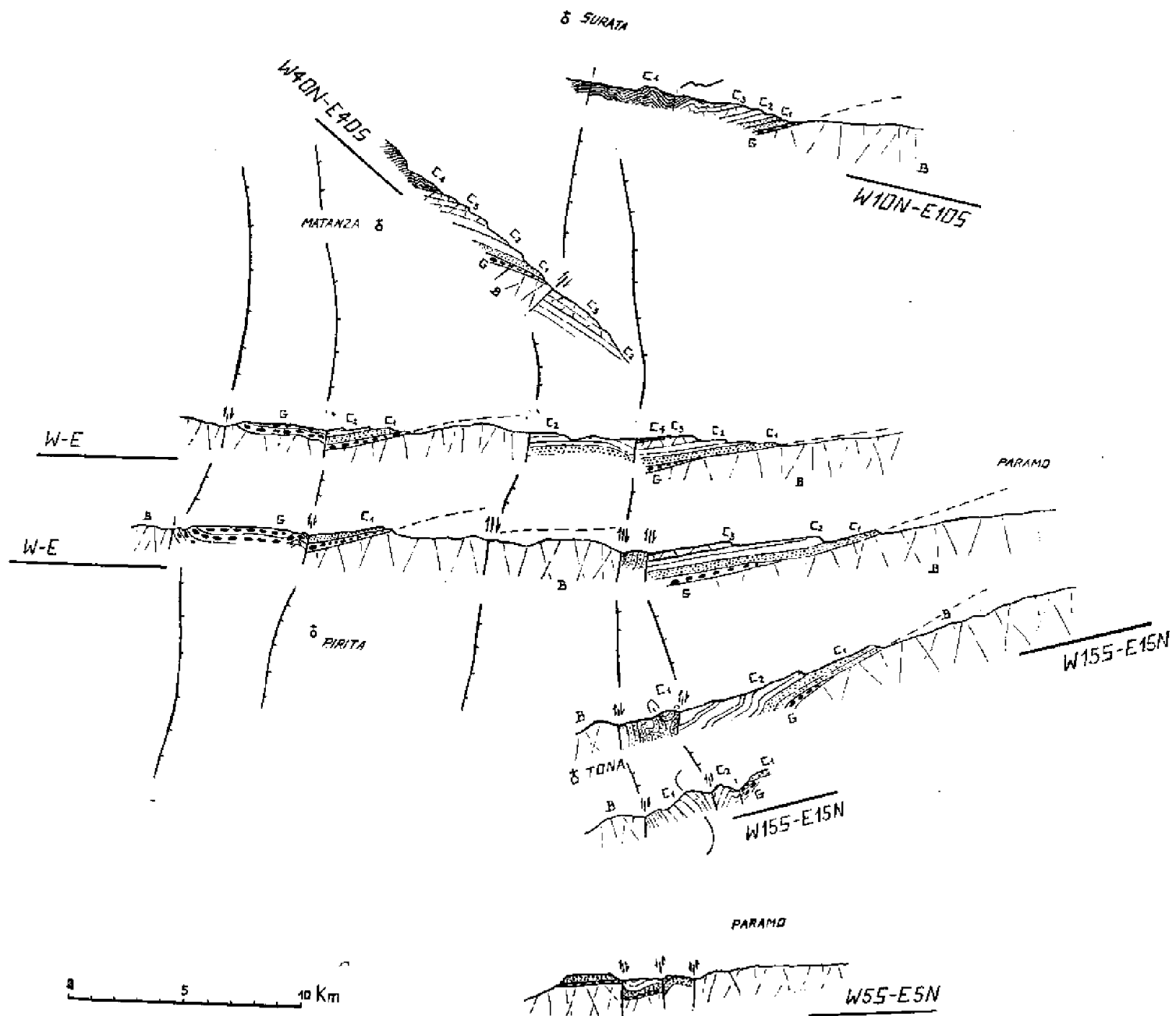


FIGURA NUMERO 12.— Cortes de conjunto a través de la vertiente occidental del macizo de Santander, sector de Bucaramanga.

son estructuras de cobertera, si bien el buzamiento general de los estratos mesozoicos es simple consecuencia de la basculación del zócalo. Las estructuras que requieren interpretación, son los pliegues disarmónicos, a veces muy intensos, que se han originado especialmente en los niveles altos del cretácico. Para explicar estas estructuras, no pueden invocarse esfuerzos tangenciales de tipo regional, a gran escala, que hubieran actuado sobre la cobertera. Sobre la dificultad de aceptar esta hipótesis se trató ya en otra publicación (Julivert, in lit. a).

No solo existe dificultad en poder admitir una presión tangencial general sobre la cobertera, sino de que esta presión se transmitiera por la cobertera hasta la zona ahora estudiada, a través de áreas totalmente horizontales (Julivert, 1958-a). Las compresiones que pudieron existir sobre la cobertera fueron en todo caso locales, producidas por los bloques fallados; finalmente la basculación del zócalo dio lugar a una tendencia de la cobertera a deslizarse gravitacionalmente hacia el W, este deslizamiento por gravedad quedaba frenado al W por los escalones de falla, cuando éstas empezaron a originarse. Este deslizamiento tuvo lugar, especialmente en los niveles superiores del cretácico, más plásticos y estratificados.

En resumen, las estructuras de la cobertera se originaron por conjunción de tres mecanismos distintos: la adaptación de los estratos de cobertera a la estructura fallada del zócalo; la generación de estructuras por compresiones locales de los bloques del zócalo; el deslizamiento gravitacional hacia el W de la cobertera, especialmente de las capas superiores, deslizamiento que quedaba frenado localmente por el principio de fracturación del zócalo que daba lugar así a la aparición de un punto de resistencia capaz de generar unas estructuras.

### MORFOLOGIA

El rasgo morfológico más destacado de la región, es la existencia de un área arrasada, no totalmente pero sí con un relieve de tipo senil, actualmente elevado a 3.000 metros y que se conoce con el nombre de páramo. Aparte de este páramo, existe un nivel arrasado entre los 2.000 a 2.400 metros, visible especialmente en la parte W del macizo y muy disecado por la erosión fluvial. Estos son los rasgos morfológicos que van a discutirse en este trabajo; las huellas glaciares que se observan en algunos puntos no van a describirse, ya que el único aspecto morfológico que interesa en este trabajo, es el que puede conducir a conclusiones tectónicas.

### EL PARAMO

El páramo es una zona de relieve maduro, bien conservado de la erosión en la zona de Berlin, pero cuya continuación puede seguirse tanto hacia el N como hacia el S, si bien mucho más limitado, incluso a veces reducido a una "gipfelflur". En la zona de Berlin se encuentran dos quebradas recorriendo el páramo de W a E: la quebrada Vallegrande y la quebrada Tapadera, que confluyen en Berlin; estas quebradas son de amplios cauces y notablemente meandrificadas y al E de Berlin empiezan a excavar in-

tensamente para descender el escalón que forma el macizo de Santander hacia el oriente. Sobre los valles de estas quebradas se elevan unos cerros que llegan a destacar hasta 500 metros sobre los valles y que dan al conjunto del páramo un aspecto de relieve senil, las cumbres de estos cerros forman por su parte una "gipfflur", o sea que el relieve maduro actual se encaja en una superficie arrasada anterior. Las quebradas que vierten al W, o sea las cabeceras de las quebradas de Tona, Charta y California van atacando y destruyendo el páramo con su erosión regresiva, pero ninguna de ellas discurre ni siquiera en sus cursos más altos por sobre el páramo; las quebradas que discurren por el páramo vierten hacia el E. Otra característica es la existencia de depósitos modernos ligados a las quebradas de Vallegrande y Tapadera, depósitos excavados por la erosión actual de las mismas, y cuya edad puede tal vez relacionarse con una época anterior a la elevación del páramo, o sea a la formación del relieve actual.

#### LA ZONA ARRASADA OCCIDENTAL

En la parte más occidental del macizo, junto al límite con la zona tabular que sucede por el W al macizo de Santander, se encuentra una zona en la que se reconoce la existencia de un arrasamiento muy disecado por las quebradas actuales, y que se encuentra entre los 2.000 y 2.400 metros, o sea a una altura intermedia entre el páramo (3.000 a 3.400 metros), y la región de Las Mesas, que limita el macizo por el W (1.000 metros hacia el N, 1.600 metros hacia el S). Este arrasamiento termina al W con el macizo, o sea con la falla de Bucaramanga, hacia el E no penetra mucho, pero no existe ningún accidente tectónico que pueda ser responsable de su terminación; el arrasamiento no penetra más hacia el macizo porque no penetró más la erosión.

#### LOS PROBLEMAS MORFOLOGICO-ESTRUCTURALES

El arrasamiento del páramo plantea ante todo un problema, problema que se planteó ya en una publicación anterior (Julivert, 1958-a); si se trata del mismo arrasamiento de la región de Las Mesas, desnivelado por la falla de Bucaramanga, o si es un arrasamiento anterior. Este problema está relacionado con otro: la edad relativa de las fallas y el arrasamiento. Por lo que respecta a este último, hay que distinguir entre la falla de Bucaramanga, que eleva el labio E y las fallas internas al macizo, que hundan sus labios E. La falla de Bucaramanga es de edad reciente; su juego debe considerarse posterior al arrasamiento de Las Mesas, ya que éste termina bruscamente contra la falla, e incluso en parte simultáneo al depósito de la terraza (Julivert, 1958-a). Las fallas internas al macizo no parecen, en cambio, afectar a los arrasamientos que existen en él. Así como el relieve de la región de Las Mesas era claramente estructural (Julivert, 1958-a), en el macizo de Santander las fallas no tienen papel morfológico alguno; esto conduce a admitir una edad más antigua para estas fallas, edad probablemente en relación con los movimientos tectónicos de principio del terciario (Moraes, 1958; Julivert, 1958-a). La falla de Bucaramanga elevó por

tanto, todo el macizo en bloque, entre la zona de Las Mesas y el páramo existe un solo accidente responsable de la elevación del macizo: la falla de Bucaramanga. Esta falla es la responsable de la elevación del macizo considerado como un bloque limitado por la superficie arrasada del páramo. La causa de que el arrasamiento del páramo llegara a cortar el basamento igneo-metamórfico, es la basculación y consiguiente elevación del zócalo hacia el E.

El problema de relacionar el páramo con el arrasamiento de Las Mesas está ligado al problema del salto de la falla de Bucaramanga. El hecho de que el basamento llegue a alturas de 3.400 metros, como en los relieves que se elevan sobre el páramo, no guarda relación directa con la falla de Bucaramanga, ya que ésta no eleva un bloque horizontal, sino basculado; de no existir esta falla, el granito afloraría lo mismo hacia el E, cortado por la erosión; en realidad cuando tuvo lugar el arrasamiento del páramo no existía la falla de Bucaramanga, o era de salto despreciable y el granito afloró en superficie. Para determinar el salto de falla debe tenerse en cuenta, o bien la desnivelación creada en la superficie arrasada de Las Mesas o bien la desnivelación del contacto "Girón"-basamento en dos puntos muy próximos a uno y otro lado de la falla. El primer método requiere poder reconocer con seguridad el arrasamiento de Las Mesas al otro lado de la falla. El segundo, requeriría que se hubiera conservado "Girón" en la más oriental de las dovelas. Ninguna de estas dos condiciones se cumple. El basamento aflora en Bocas en el labio W de la falla y en la zona al N de Bucaramanga; en el labio E no aflora "Girón", el salto de falla mínimo podría calcularse por ello en 1.000 metros, si bien como se desconoce si existe basculación, puede existir error. Si se atiende a la desnivelación de la superficie arrasada existen dos probabilidades: que el páramo corresponda al arrasamiento de Las Mesas, o que sea anterior y sea la superficie de erosión disecada de la zona W del macizo, la equivalente al arrasamiento de Las Mesas; el salto sería entonces de unos 800 metros; de ser el páramo la superficie desnivelada, el salto pasaría de los 2.000 metros. El estudio comparativo de los depósitos puede arrojar alguna luz. A este respecto hay que señalar que los depósitos del páramo son distintos a las arcillas azules de la plataforma de Lebrija. Ello es un indicio de que se trata de dos arrasamientos distintos, más antiguo el del páramo, más reciente el de Las Mesas. La continuación en el lado E de la falla de Bucaramanga del arrasamiento de Las Mesas, sería el arrasamiento que se observa entre los 2.000 a 2.400 metros. De ser esto así, los depósitos del páramo, si guardan relación directa con la época de relieve senil que el páramo representa, serían anteriores a las arcillas azules de la plataforma de Lebrija y podrían ser, por tanto, plioceno antiguo. Con todo esto no se puede pretender resolver el problema, simplemente se ha planteado; su resolución definitiva, exige el conocimiento de un área más amplia y la determinación de la edad de los depósitos que se encuentran en estas superficies arrasadas así como de la terraza de Bucaramanga. Para el perfecto conocimiento de la historia de la elevación de la cordillera hace falta tener un conocimiento más profundo de los depósitos modernos y sus faunas y floras, a fin de poder datarlos con precisión.

Lo moderno de la elevación de la cordillera hace necesario el conocimiento preciso de los depósitos cuaternarios y del terciario más reciente para poder enjuiciar bien el problema de su elevación.

### CONCLUSIONES

Estratigráficamente se distingue en el área estudiada un juratriásico ("Formación Girón") con un espesor máximo de 500 metros en el W y que adelgaza e incluso desaparece hacia el E. Por encima existe un cretácico de algo menos de 2.000 metros; comparando este cretácico con las áreas más occidentales (valle del Magdalena, Tablazo) se observa cómo del barremiense al turoniense, ambos inclusive, existe un importante cambio de facies; estos niveles están aquí principalmente formados por areniscas o areniscas cuarcíticas, mientras más al W constaban fundamentalmente de "shales". Los demás niveles son comparables en las dos áreas. Por encima del cretácico aparecen unos conglomerados que representan la base del terciario.

El "Girón" disminuye rápidamente de espesor hacia el E; esta disminución de espesor se debe fundamentalmente a que "Girón" está limitado por dos superficies de erosión, una superficie "pregirón" en la base y una pre-cretácica en el techo, ambas convergen hacia el E. lo cual da lugar al acuífamiento y desaparición de "Girón" en este sentido. Por el momento no puede determinarse si a este hecho se suma una reducción de espesor de "Girón" por causas sedimentarias.

Estructuralmente el macizo de Santander limita al W por una importante falla (falla de Bucaramanga) que lo eleva a modo de bloque único.

La tectónica interna del macizo es una tectónica de fallas; se trata de un conjunto de fallas N-S, de tipo inverso, pero muy próximas a la vertical, con los labios E hundidos; a pesar de ello, hacia el oriente aflora el zócalo, formado por rocas ígneas y metamórficas, debido a que todo el conjunto está basculado y se eleva hacia el E.

La basculación fue primaria con respecto a la fracturación, aquella es consecuencia de pliegues de fondo del zócalo. ésta se produce cuando se sobrepasa el límite de deformación del zócalo.

Además de la tectónica de fondo existen unas estructuras de cobertera en el cretácico; estas estructuras se producen como consecuencia de tres mecanismos distintos; adaptación a las estructuras del zócalo, presiones locales debidas al juego de los bloques del zócalo, fenómenos gravitacionales.

Morfológicamente el rasgo más destacado es la existencia de una zona arrasada, conservada en cierta extensión y actualmente entre los 3.000 a 3.400 metros; las fallas internas del macizo son anteriores a esta superficie, la falla que limita el macizo es posterior. Ligadas a esta superficie, y al área que ocupan en él los valles existen unos depósitos modernos, probablemente del terciario moderno.

Restos de otro arrasamiento se observan entre los 2.000 a 2.400 metros, y en la zona W del macizo, el problema que se plantea es el de relacionar estos arrasamientos con la superficie de la región de Las Mesas.

## BIBLIOGRAFIA

1. ATOMIC ENERGY COMMISSION. 1955.—*Estudios realizados en los laboratorios de la Atomic Energy Commission de Estados Unidos de América, sobre muestras uraníferas de la región de La Baja, Santander.* Bol. Geol. (Inst. Geol. Nal.). Volumen III, número 3, anexo 2, páginas 10-A, 14-A. Bogotá.
2. BOTERO RESTREPO, G. 1945.—*Yacimiento de plomo de Coromoro.* Comp. Est. Geol. Of. Colombia. Volumen VI, páginas 355-364, lams. LV, LVI. Bogotá.
3. BUENO, J. A. 1955.—*Estudios preliminares de tratamiento del mineral urano-auro-argentífero de San Celestino.* Bol. Geol. (Inst. Geol. Nal.). Volumen III, número 3, anexo 3, páginas 15-A, 21-A, III lams. Bogotá.
4. BUENO, J. A. 1955.—*Yacimientos de uranio y otros metales en la región de La Baja, Municipio de California, Departamento de Santander.* Bol. Geol. (Inst. Geol. Nal.). Volumen III, número 3, páginas 1-83, 5 figuras. Bogotá.
5. EUGSTIER, H. 1922.—*Zur Geologie der Columbinischen Ost Kordilleren.* Eclogae Geologicae Helveticae. Tomo XVII, número 2, páginas 251-262. Lausanne.
6. GLAIZOT, M. F. 1911.—*Rapport sur las Franca Gold and Silver Ltda.* Imp. Lefebvre. Volumen I, 158 páginas. Paris.
7. HETTNER, A. 1892.—*Die kordillere von Bogotá.* Peterm. Mitt. Erg. Volumen XXII, número 104, 131 páginas. Gotha.
8. HUBACH, E. 1957.—*Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia.* Min. Minas y Petr. I, G. N. Informe número 1.212. 166 páginas. Bogotá.
9. JULIVERT, M. 1958.—*La morfoestructura de la zona de Mesas al SW de Bucaramanga, Colombia, Suramérica.* Boletín de Geología número 1, Universidad Industrial de Santander. páginas 7-43, 13 figuras. Bucaramanga.
10. JULIVERT, M. 1958.—*Geología de la zona tabular entre San Gil y Chiquinquirá (Cordillera Oriental, Colombia).* Boletín de Geología número 2, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
11. JULIVERT, M. (in lit.).—*Las estructuras del valle medio del Magdalena y su significación (Colombia).*
12. JULIVERT, M. (in lit.).—*Geología de la vertiente W de la Cordillera Oriental en el sector de Bucaramanga, Colombia, S. A.*
13. LLERAS CODAZZI, R. 1931.—*Los minerales radioactivos de la Cordillera Oriental de Colombia.* Anales de Ingenieria. Volumen XXXIX, número 459, páginas 463-464. Bogotá.
14. MORALES, L. G. 1958.—*General Geology and Oil Occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia.* Habitat of Oil, Symposium Am. Ass. Pet. Geol., páginas 641-695, 29 figuras. Tulsa.
15. NELSON, H. W. 1955.—*Examen petrográfico de las muestras radioactivas procedentes de California, La Baja, Santander.* Bol. Geol. (Inst. Geol. Nal.). Volumen III, número 3, anexo 1, páginas 1-A, 9-A, 5 figuras, II lams. Bogotá.

16. RAMIREZ, J. E. 1955.—*Minerales radioactivos en Colombia*. Industria Colombiana. Año III, números 25-26, páginas 3-18, 5 figuras. (Reimpreso en Inst. Geof. Andes, Col., serie C, Geol. Bol. número 5, páginas 1-27, 5 figuras Bogotá.

17. RIEDEL, L. 1938.—*Amonitas del cretácico inferior de la Cordillera Oriental*. Est. Geol. Paleont. Cord. Or. Col. Parte II; páginas 7-78; láms. III - XIV, Bogotá.

18. SCHEIBE, R. 1933.—*Observaciones casuales sobre la estructura geológica de la Cordillera Oriental*. Comp. Est. Geol. Of. en Colombia. Min. Ind. Trab., Depto. Min. y Petr. Tomo I, páginas 65-90, figuras XII-XVI, 1 tabla. Bogotá.

19. SCHEIBE, E. A. 1933.—*Estudios Geológicos sobre la Cordillera Oriental*. Est. Geol. Paleontol. sobre la Cordillera Oriental de Colombia. Part. I, Min. Ind. Trab., Depto. Min. y Petr. Páginas 1-68, 2 figuras, V lám. fotos, 1 lam. perfiles, 1 map. color f. t. E 1:1.000.000. Bogotá.

20. SCHUCHERT, CH. 1936.—*Historical Geology of the Antillean Caribbean Region*. Volumen I, 811 páginas, 123 figuras, John Willey Sons. Ins. New York.