

Apuntes sobre la Tectónica del Valle del Río Negro al Oriente de Cundinamarca

RICARDO CORTES & RICARDO DE LA ESPRIELLA

Apartado Aéreo 92094, Bogotá, Colombia

CORTES, R. & DE LA ESPRIELLA, R. (1990): Apuntes sobre la Tectónica del Valle del Río Negro al Oriente de Cundinamarca.- Geol. Colombiana, 17, pp.133-142, 9 figs., Bogotá.

RESUMEN

La evolución tectónica del flanco oriental de la Cordillera Oriental evidencia una alta complejidad por superposición de varios episodios orogénicos. Uno de los rasgos más importantes y antiguos corresponde a la exposición de rocas del Paleozoico Inferior, afectadas principalmente por fallas con rumbo SE-NW. Dentro de este sistema, la falla Río Negro es uno de los elementos estructurales más importantes. También se describen otros sistemas de fallas con rumbos SW-NE y E-W, que afectan el área estudiada. Estas últimas son expresión de la Orogenia Andina.

ABSTRACT

The tectonic evolution of the eastern slope of the Eastern Cordillera is highly complex due to the superimposition of several orogenic events. One of the older and more important patterns is the exposure of Lower Paleozoic rocks, disrupted mainly by SE-NW trending faults. Among this system, the Río Negro fault is one of the most important structural elements. Two other fault systems, trending SW-NE and E-W are also described, both expressions of the Andean Orogeny.

1. INTRODUCCION

El presente artículo resume parte del estudio geológico entre Bogotá y Villavicencio (véase Fig. 1) para el Proyecto Hidroeléctrico del Río Negro-Guayuriba, que las firmas Gómez Cajiao y Asociados Cia. Ltda. e Integral Ltda. efectuaron para la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá y de una serie de investigaciones

posteriores. En el trabajo de campo colaboraron además los geólogos Mario Calderón, Pablo Caro, Eufredo Escorcia, Alfonso Herrera, Mario Monroy y Edison Pérez.

Los resultados de la investigación efectuada han implicado la introducción de una serie de cambios en la interpretación tectónica regional, con respecto a los resultados de los estudios anteriores. Este tipo de cambios, en una zona estructural y tectónicamente compleja, y de gran extensión (véase Fig. 1), eran predecibles y es de esperar que investigaciones posteriores produzcan nuevas modificaciones e interpretaciones.

Desde el punto de vista geológico regional, el área objeto del estudio está dividida en tres grandes zonas (véase Fig. 1):

- La parte alta de la Cordillera Oriental, compuesta por rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas.

- El Macizo de Quetame, compuesto por rocas metamórficas precámbricas (?) y sedimentarias paleozoicas.

- El Borde Llanero de la Cordillera Oriental, compuesto por rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas, cubiertas parcialmente por sedimentos cuaternarios.

La disposición geomorfoestructural, en términos generales, está controlada por los amplios espesores de las unidades que conformaron el migeosinclinal cretáceo de la Cordillera Oriental al Occidente, el núcleo o basamento de la Cordillera (denominado en el área de interés como Macizo de Quetame) y el Borde Llanero, cuyo extremo oriental se hunde bajo los depósitos cuaternarios y recientes.

En la angostura del Río Negro, entre Quetame y Villavicencio, afloran rocas metamórficas de edad precámbrica (?) a paleozoica, conformando secuencias litoestratigráficas de filita, pizarra, metagrauvaca y meta-arenisca cuarcítica del Grupo Quetame (Csa, ver Fig. 1), que yacen discordantes por debajo de la Arenisca de Gutiérrez (Dg), las lutitas y argilitas pizarrozas de la Formación Lutitas de Portachuelo (Dlp), las areniscas, limolitas y arcillolitas de la Formación Capas Rojas del Guatiquía (Cg), la brecha-conglomerado de la Formación Brechas de Buenavista (Jb), las lutitas pizarrozas y bancos de caliza de la Formación Quebrada

Honda (JKiqh), y las lutitas silíceas y bancos de caliza del Cretáceo (Kc).

Hacia el SE aflora un conjunto de arenisca cuarzosa y arcillolita del Grupo Humea (Th) y de la Formación Choapal (Tch), que forma parte del Terciario (?) Llanero. Esta porción oriental está cubierta en gran parte por sedimentos cuaternarios que comprenden abanicos, terrazas y depósitos aluviales, y algunos depósitos aluvio-torreniales.

Hacia el NW se reconoce la secuencia epicontinental a continental de los Grupos Cáqueza (Kc₁ y Kc₂), Villeta (Kf, Ku y Kch) y Guadalupe (Kg₁ a Kg₃), y los sedimentos continentales de las formaciones Guaduas (Tg) y Bogotá (Tb).

2. CONDICIONES ESTRUCTURALES

Los efectos de la Orogenia Andina en las rocas de la Cordillera Oriental han desarrollado estructuras regionales tan evidentes en las rocas mesozoicas y ceno-zoicas, que la mayor parte de la investigación tectónica en esta parte del país ha concentrado en los efectos de este evento. La región de los alrededores del Macizo de Quetame muestra claramente que la Orogenia Andina es solamente el último de una serie de grandes eventos tectónicos previos, como lo evidencia la mayor densidad y complejidad de la red de fallas que se observan en las rocas más antiguas, con respecto a la menor intensidad observada en las rocas post-paleozoicas.

La intensidad del fallamiento ha producido en las estructuras del Macizo de Quetame un conjunto de bloques tectónicos hundidos, rotados y desplazados lateralmente en disposición compleja, mientras que las estructuras del Cretáceo y del Terciario, son más sencillas, especialmente al alejarse del Macizo, debido al estilo estructural de pliegues de corrimiento sobre un zócalo más rígido.

Para explicar las estructuras geológicas en la región del río Negro, se deben tener en cuenta los siguientes rasgos tectónicos generales:

- La parte extrema nor-occidental de la región está constituida por rocas mesozoicas y ceno-zoicas plegadas y falladas en forma relativamente homogénea.

- La parte central expone un fallamiento severo que ha disgregado en gran parte las estructuras de las rocas pre-mesozoicas en bloques de contorno más o menos rectos y netos.

- El Macizo de Quetame se hunde bajo la discordancia mesozoica sin mayores fallas por el nor-occidente, hacia la parte central de la Cordillera Oriental, en tanto que por el sureste, su expresión superficial está controlada por las fallas Servitá y Mirador, que forman parte de la zona de influencia de la falla frontal de la cordillera.

- El Macizo de Quetame correspondió a un bloque tectónico positivo o elevado, que fue siendo cubierto por sedimentos mesozoicos. Posteriormente, su reactivación y levantamiento han erosionado muchos de esos sedimentos y han permitido la exposición de las rocas

más antiguas en superficie. Actualmente se reconoce en una extensa área, que corresponde a la parte media del valle del río Negro.

- La parte extrema suroriental está formada geológicamente por estructuras de desarrollo angosto, que han sido interrumpidas por fallas de curso paralelo a la falla Servitá.

- En conjunto, la estructura geológica de la Cordillera Oriental entre Quetame, el río Guatiquía y su prolongación al norte hacia los Farallones de Medina, corresponde a un bloque tectónico, de forma prismática, que se extiende en dirección SSW-NNE, formando uno de los tramos más agrestes de la Cordillera Oriental.

- Las numerosas interrupciones tectónicas que afectan el área del presente estudio son efecto de las varias orogenias ocurridas en esta parte de la corteza terrestre. Es por ello que en el Macizo se pueden distinguir muy claramente tres sistemas de fallas originadas en esa parte de la cordillera por las orogenias antiguas y recientes.

Adicionalmente, y para una mejor comprensión de las estructuras presentes en el área, son pertinentes algunos comentarios sobre el efecto de las discordancias estratigráficas y estructurales a través de su historia geológica.

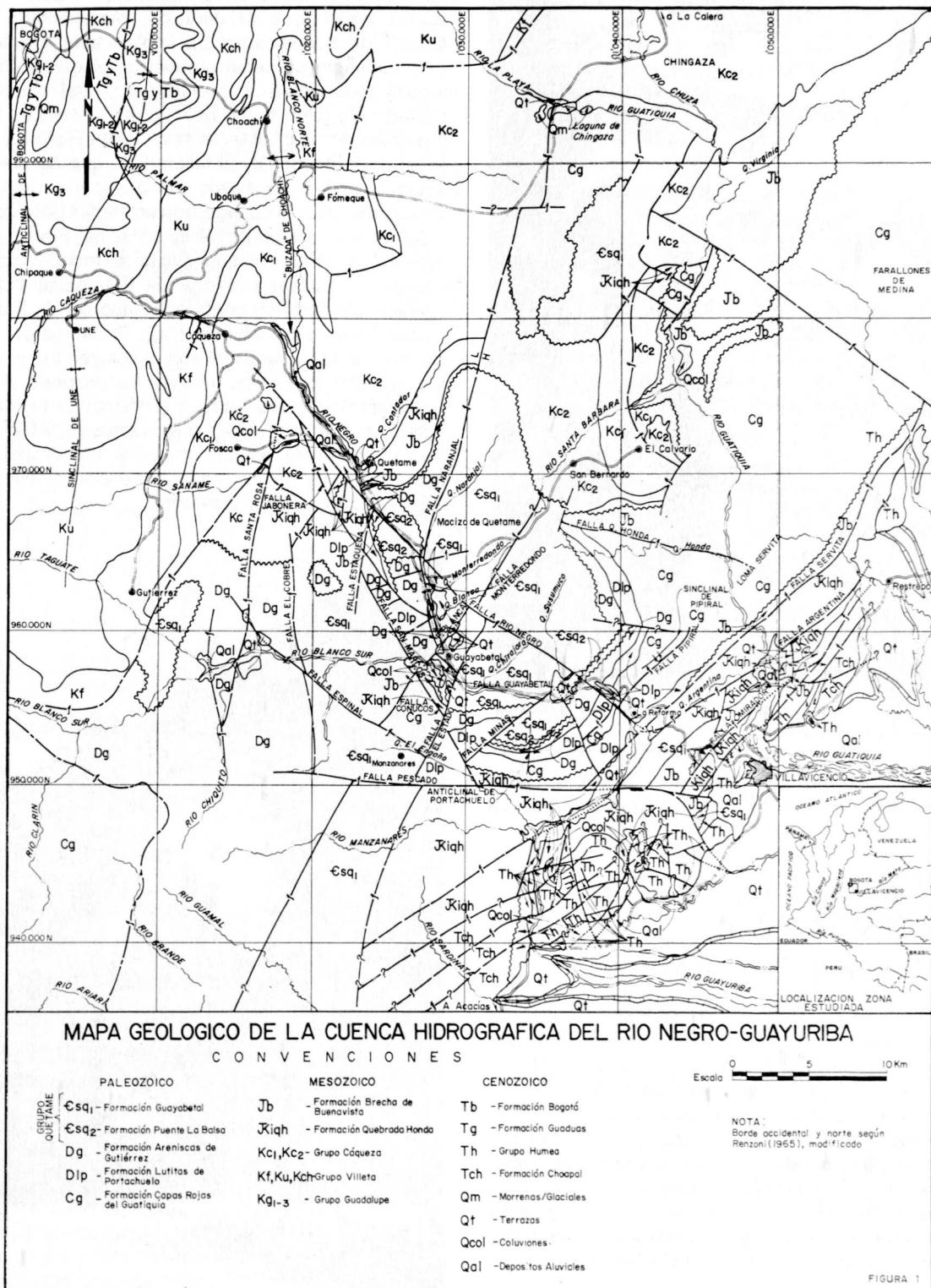
En primer lugar, las rocas metamórficas del Grupo Quetame (Csq) contienen y/o exponen una serie de plegamientos propios de este tipo de roca y que en la mayoría de los casos no tienen continuidad en las rocas suprayacentes.

En segundo término, la discordancia entre el Paleozoico Superior y el Mesozoico, indica un plegamiento y levantamiento de bloques, y erosión parcial o total de unidades en algunas áreas, lo cual ha producido estructuras que solo se aprecian en rocas pre-mesozoicas. Hasta ese momento, las rocas pre-devonianas han soportado dos eventos de deformación, y las del Paleozoico Superior solamente uno. En el intervalo Mesozoico-Cenozoico, aunque se han observado algunas discordancias o hiatos estratigráficos, no son de importancia, o al menos no indican variaciones notables en la continuidad estructural.

Por último, la discordancia más evidente ocurrió al iniciarse la Orogenia Andina, la cual produce nuevos plegamientos y fracturas, imprimiendo en los cuerpos rocosos un nuevo estilo estructural. Por lo tanto, en forma general, las rocas hasta el Paleozoico Inferior han tenido al menos tres episodios deformacionales, el Paleozoico Superior solamente dos, y el Cenozoico uno solo.

Como estructuras geológicas, aquí se incluyen aquellos fenómenos que estén implicando discontinuidad y distribución en tres dimensiones de las unidades estratigráficas que conforman el subsuelo del área de interés, es decir, plegamientos y fallas.

2.1 Plegamientos





(→ 1) Pizarras grises y cuarcitas de la Formación Puente La Balsa (Csq₂)

Figura 2. Fracturación intensa de las pizarras y cuarcitas de la Formación Puente La Balsa.

Se han dividido aquí en pre-devonianos, del Paleozoico Superior y cenozoicos.

2.1.1 Plegamientos Pre-Devonianos

La mayoría de los plegamientos que se observan en las rocas metamórficas del Grupo Quetame (Csq) son en general angostos en amplitud, con dirección N-S, y de muy poca a ninguna expresión geomorfológica. En algunos casos pueden corresponder a flexuras - "serpentineo" - de la foliación. En esta litología es importante anotar que cuando está afectada por fallamiento, generalmente se desarrolla un intenso replegamiento. En el caso de los replegamientos de la Formación Puente La Balsa (Csq₂), se ha preferido interpretarlos como efectos deformacionales de la falla Río Negro.

2.1.2 Plegamientos del Paleozoico Superior

Hacia finales del Paleozoico y posiblemente a comienzos del Triásico, se produjo un levantamiento y

plegamiento de las rocas hasta el momento depositadas. El contacto discordante entre diversas formaciones antiguas y el Jurásico, representado por la Brecha de Buenavista (Jb), implica este evento. Para este momento se debió producir el plegamiento de las formaciones Arenisca de Gutiérrez (Dq) y Lutitas de Portachuelo (Dlp) como estructuras sinclinales falladas y no bien desarrolladas, el sinclinal de Pipiral, y el anticlinal de Portachuelo. El fallamiento que ha afectado a estas unidades, en casos debió ser sincrónico, y en otros pudo haberse desarrollado en etapas posteriores.

Se prefirió interpretar el sinclinal de Pipiral de esta manera, a pesar de que existe al menos otra explicación, la cual sería colocar la Formación Lutitas de Portachuelo (Dlp) en contacto fallado con la Formación Capas Rojas del Guatiquia (Cg). Sin embargo, las evidencias de fallamiento no son concluyentes, y además, la inversión que exponen las formaciones desde la quebrada Susumuco y los afloramientos de la Formación Lutitas de Portachuelo en el costado oriental de la loma Servitá, permiten estimar mejor el desarrollo de una estructura sinclinal invertida, la dirección de cuyo eje es NE-SW e inclinación al occidente.

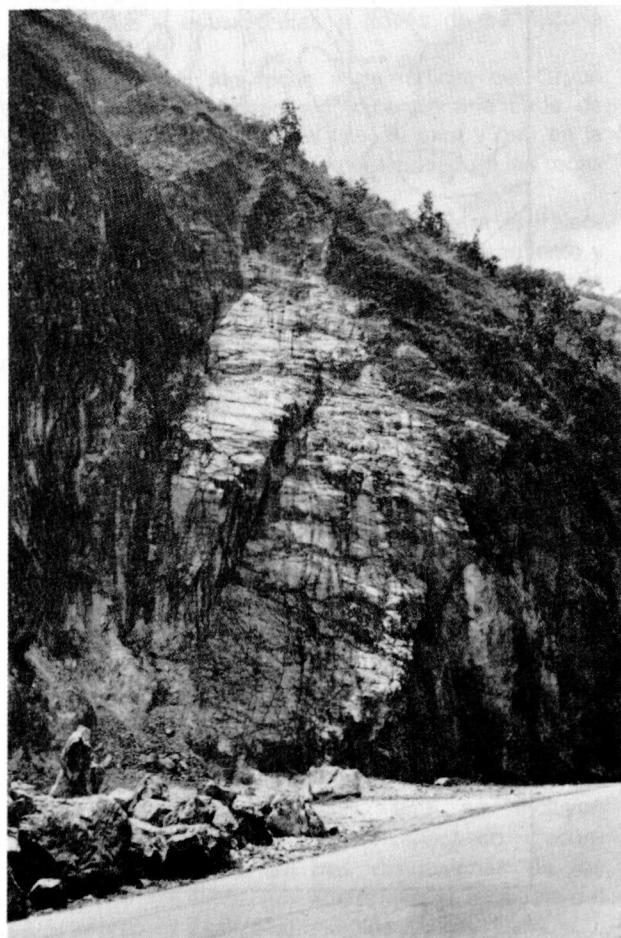


Figura 3. Zona de cataclasis de la Falla Río Negro.



Figura 4. Detalle de los efectos cataclásicos de la Falla Río Negro.

En cuanto al anticlinal de Portachuelo, solo se desarrolla parcialmente en la loma del mismo nombre. Aparentemente es una estructura asimétrica, con su plano axial con inclinación al occidente y dirección N. Se encuentra fallado en el flanco occidental por la falla Minas. El núcleo lo está conformando el Grupo Quetame (Csq₁).

2.1.3 Plegamiento Cenozoicos

A finales del Terciario se efectuó el levantamiento de la cordillera, conocido como Orogenia Andina, produciéndose en ese momento nuevos plegamientos y deformación tanto en las rocas que ya habían sido previamente deformadas, como en aquellas que hasta ese momento se encontraban inalteradas. La deformación en rocas pre-jurásicas debió acentuarse, es decir, los plegamientos disminuyeron sus amplitudes y algunas fallas se formaron y otras se reactivaron.

Al occidente del área estudiada, Hubach (1957) indica la existencia de la "Buzada de Choachí", el sinclinal de Une y el anticlinal de Bogotá (Véase Fig. 1), estructuras de dirección general N-S que afectan regionalmente las

unidades post-paleozoicas. A lo largo de la carretera Chipaque-Cáqueza se observa una serie de replegamientos locales muy espectaculares, que están más relacionados a efectos de arrastre por fallamiento, que a los grandes pliegues regionales antes mencionados.

2.2 Fallas

El sistema de fallamiento, por supuesto, ha tenido una evolución sincrónica con los plegamientos y deformación de las rocas que conforman el Macizo de Quetame. Sin embargo, la datación o precisión cronológica en la actividad de los sistemas de fallamiento no es siempre evidente, dado que aparentemente algunas fallas se generaron desde el Paleozoico, y posteriormente fueron reactivadas simultáneamente con los otros episodios de deformación y/o orogénesis.

En general, se reconocen tres sistemas de fallamiento en la región estudiada: el sistema SE-NW, el sistema SW-NE, y el sistema E-W.

2.2.1 Falla Río Negro

El grupo de fallas del sistema SE-NW es muy evidente



Figura 5. Fracturación en la zona de la Falla de Río Negro.

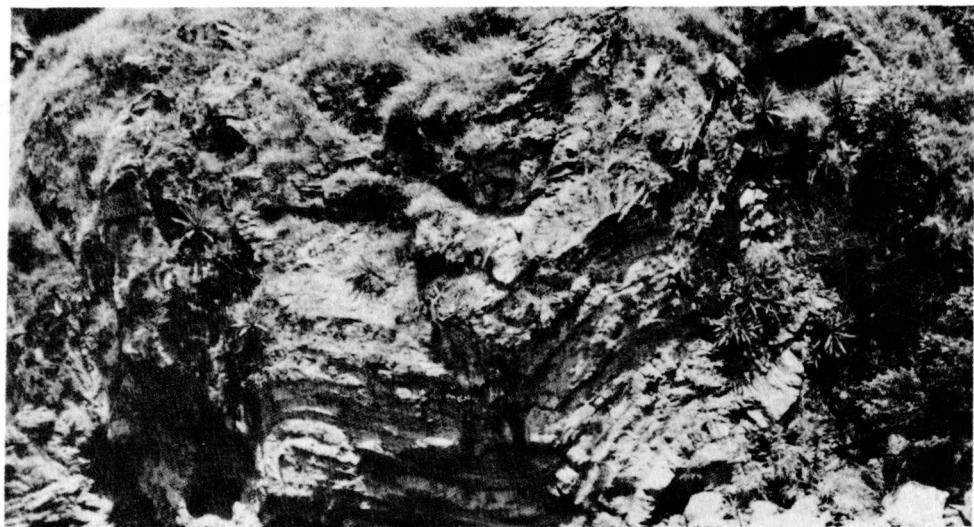


Figura 6. Replegamientos producidos por la Falla Río Negro.

en la zona del Macizo de Quetame (De la Espriella & Cortés, 1982), y su principal elemento lo constituye la falla Río Negro, una falla antigua con posibles reactivaciones posteriores al Paleozoico. La zona de cataclasis (véanse figuras 2,3 y 4) está conformada por intensa fracturación (véase Fig. 5), replegamientos (véanse figuras 6 y 7), y diaclasamiento (véase Fig. 8), con evidencias de haberse sellado y/o soldado por recristalización (milonitización) impuesta por el metamorfismo dinámico. Esta falla es de carácter regional y tiene una zona de influencia de por lo menos 5 km de ancho.

La falla Río Negro, con rumbo N40°-50°W desde la población de Cáqueza hasta la localidad de La Reforma, afecta a las rocas del Grupo Quetame (Cs₁ y Cs₂), en especial a la Formación Puente La Balsa, y aún ha deformado y fracturado intensamente a las rocas de la Formación Cáqueza (Kc₂), produce cortos desplazamientos y angostas zonas de replegamiento. Esta situación se ha interpretado como una falla antigua con actividad alta en el Pre-Mesozoico, y que posteriormente tuvo ajustes que se reflejan en las unidades superiores con pliegues y deformaciones menores.

No fue el objeto de la presente investigación estudiar la implicaciones de orden regional que pudiera tener la falla Río Negro, puesto que hasta ahora solamente ha sido observada en el área de estudio. Sin embargo, al localizarla en mapas geológicos del país, una serie de anomalías estructurales y geomorfológicas coinciden con la prolongación de su rumbo, lo que podría hacer contemplar la posibilidad de que no se tratara de una falla local, sino que se prolongar considerablemente:

- Hacia el SE (véase Fig. 1), la falla Río Negro se interrumpe en la falla Servitá. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esta última es parte de un grupo de fallas de dirección SW-NE asociadas al límite de la región andina con el terreno amazónico. La relación entre la falla Río

Negro y el sistema de fallas SW-NE no es muy clara, pero da la impresión de que la combinación de sus efectos ha producido la zona cartográficamente compleja al norte del río Guayuriba.

- Su extensión entre Quetame y el sur de la Sabana de Bogotá podría relacionarse con: (1) el alineamiento del valle del Río Negro; (2) el límite sur del anticlinal Choachí-Fómeque (que Hubach, 1957, llama "Buzada de Choachí"); (3) la flexura del sinclinal de Une, que al sur de la Carretera Chipaque-Cáqueza tiene una dirección SSW-NNE y al norte esencialmente N-S (Hubach, 1957); (4) una serie de deformaciones estructurales en las capas pelíticas del Cretáceo Inferior; (5) los desplazamientos de las unidades duras del Cretáceo Medio y Superior entre Cáqueza y el Boquerón de Chipaque; y (6) sobre todo, la no-coincidencia de las estructuras al norte y al sur de la faja Funza-Madrid.

- Al NW de la Sabana de Bogotá, la prolongación del alineamiento de la falla Río Negro atraviesa la Angostura de Honda, la que limita geográficamente los denominados Valle Medio y Valle Alto del Río Magdalena. De Porta (1966) anota variaciones faciales en las unidades del Cretáceo y Terciario en este límite, y además indica que existe una posible discontinuidad estructural en esta zona.

- En la Cordillera Central, el alineamiento: (1) divide el flanco oriental de la Cordillera Central en dos regiones bien diferentes; hacia el sur está caracterizado por formaciones volcano-clásticas cenozoicas, y hacia el norte por una superficie peneplanizada, actualmente basculada hacia el oriente y disectada, de suelos residuales eocenos; (2) coincide con el sur de la falla Palestina (Cortés, 1979), aunque INGEOMINAS (1988) prefiere prolongar la falla Palestina hacia el sur por debajo de las piroclastitas al sureste de Manizales, pero indica un desplazamiento en su alineación, que coincidiría con la continuación de la falla Río Negro; (3)



Efectos de la Falla Río Negro.
 (---) contacto entre capas
 Carretera Cáqueza-Fosca

Figura 7. Replegamientos en lutitas del Grupo Cáqueza (Kc₂).

separa la serie de cuellos y tapones que evidencian volcanes extintos alineados entre el eje de la Cordillera Central y el Río Cauca, e.g., Cerro Bravo, Herveo, Guadalupe, Farallones, Cerro Tusa, etc., de la zona de volcanes activos; (4) sigue la dirección del tramo final del río Arma antes de desembocar al río Cauca, el cual se desvía para seguir esta misma dirección entre la Pintada y Bolombolo: a lo largo de este sector, INGEMINAS (1988) extiende la falla de Arma hasta el río Cauca y GEOTEC (1988) la continúa hasta las cabeceras del río Penderisco; (5) limita al norte la falla Cauca (INGEMINAS, 1988); y (6) coincide con la extensión sur del Páramo de Frontino.

- El alineamiento cruza un tramo en que el río Atrato muestra una serie de direcciones SE-NW en forma escalonada, paralelas al alineamiento en cuestión, y asociadas a la presencia de meandros y ciénagas, pero ninguno de estos tramos SE-NW del río, coincide con la extensión del posible alineamiento.

- Al sur del alineamiento, las tres cordilleras colom-

bianas son angostas y simétricas con respecto a su desarrollo al norte.

- Al observar un mapa de localización de epicentros sísmicos colombianos, se aprecia una concentración en forma de V, con Bucaramanga, Honda y el Itsmo de Panamá en sus vértices, como se muestra en la Fig. 9, y cuya parte occidental coincidiría en forma general con la prolongación del alineamiento.

2.2.2 Otras fallas del sistema SE-NW

Del mismo sistema de la falla Río Negro, existen además:

- La falla Jabonera, localizada al occidente del río Negro, en la loma Jabonera, con rumbo N35°-45°W y buzamiento de unos 75° al NE. Coloca en contacto fallando la Formación Areniscas de Gutiérrez (Dg) con la Formación Quebrada Honda (JKiqh), y más al sur con la Formación Lutitas de Portachuelo (Dlp). La zona de fallamiento es angosta (20-30 m).

- La falla Monterredondo, localizada a lo largo del río Negro entre la loma Los Pavitos y la parte baja de la quebrada Blanca, en donde es desplazada por la falla Blanca. Tiene rumbo N30°W y buzamiento de 70° a 80° al oriente. Coloca en contacto a la Formación Guayabetal (Csq₁) con la Formación Areniscas de Gutiérrez (Dg). Forma una zona de falla recristalizada de unos 10 a 15 m de espesor, en donde se presenta una gran cantidad de replegamientos, principalmente en la filita, y fracturas que han sido rellenadas con cuarzo blanco y venas de clorita. Esta falla se bifurca al frente de la localidad de Monterredondo y genera una pequeña falla normal, que solo afecta a la Formación Areniscas de Gutiérrez (Dg), produciendo severa fracturación.

- En la zona de esfuerzos de la falla Río Negro, y sin subestimar el concepto de que una zona de esfuerzos genera no solamente fallas paralelas sino otras en varias direcciones, se observaron en el área estudiada una serie de fallas del sistema SE-NW, en general con buzamientos altos, tales como la falla Guyabetal (N30°-35°W/vertical), con angosta zona de brechamiento; la falla Conucos (N30°W/paravertical), que podría ser el límite de una pequeña cuenca intramontana; la falla San Marcos (N30°W/vertical), con 30 a 40 m de brecha y tal vez el doble de material afectado; la falla Espinal, más producto de deducción preliminar que de observación directa en el terreno; y otras de menor magnitud.

2.2.3 Sistema SW-NE

Un segundo sistema de fallas, con dirección SW-NE, mucho más ampliamente desarrollado que el anterior, se reconoció con mayor concentración en dos zonas en el área estudiada: al oriente, donde obviamente son parte de la zona de compresión que limita la provincia andina de la provincia llanera; y en la parte central donde están asociadas al núcleo del Macizo de Quetame.

Las observaciones en el borde llanero, que corres-

ponden a la zona de influencia de la falla frontal de la Cordillera Oriental, son fallas tanto normales como de cabalgamiento, en casos imbricadas, con zonas de influencia o de fracturación ancha (entre 150 y 250 m cada una), que han generado intenso cizallamiento y fracturación.

Las principales fallas en esta zona son la falla Servitá (N40°E/70°E), de tipo normal, que podría ser la continuación de la falla Santa María (Ulloa & Rodríguez, 1979, e INGETEC, 1980), y produce continuos alineamientos de pequeñas cañadas; su zona de fracturación asociada es de unos 200 m de harina de falla, brechas cataclásicas y replegamientos locales en las rocas pelíticas; la falla Argentina (N54°E/70°E), con una zona de 20 m de intenso replegamiento y fracturación; y la falla Mirador (N45°E/60°-70°W), que se ha interpretado como inversa; en su zona de fracturación, de unos 200 m constituidos por brecha cataclásica, harina de falla y milonita, se observa la mayor deformación asociada a la falla frontal de la Cordillera Oriental.

En la zona de transición entre el Borde Llanero y el núcleo del Macizo de Quetame, las principales fallas del sistema SW-NE son: la falla Pipiral (N35°E/75°W), con una zona de fracturación de unos 200 a 250 m; la falla Minas (N50°E/vertical), con fracturación intensa en gran parte recristalizada y muy cubierta por espesos depósitos recientes; y la falla El Estado (N20°E/80°W), que ha producido una silla topográfica en la cuchilla de Portachuelo y en la región de Manzanares; el río Negro cambia de dirección después que atraviesa esta falla, y su valle se vuelve mucho más estrecho.

Las fallas más importantes del sistema SW-NE en la zona del núcleo del macizo de Quetame son: la falla Blanca (N45°E/85°S), que desplaza fallas del sistema SE-NW; en el cauce del río Negro se observaron grandes planos de espejos de falla y evidencias de cataclasis intensa; la falla Naranjal (N15°E/paravertical); la falla Estaquelá (N50°E/paravertical); y la falla Santa Rosa (N10°E/paravertical?).

2.2.4 Sistema E-W

Fallas que podrían incluirse en este sistema se observaron en diversas localidades (véase Fig. 1), e. g. la falla Quebrada Honda, otra al oriente de la Quebrada Susumuco, etc., pero la más relevante, por su longitud y por su evidencia geomorfológica, es la falla Pescado.

Esta falla parece conformar el límite entre dos bloques con estilos estructurales diferentes; el bloque norte está compuesto por unidades estratigráficas del Paleoceno al Terciario generalmente limitadas entre sí por fallas del sistema SW-NE; y el bloque sur, con rocas del Mesozoico Superior al Terciario, mucho más deformadas que las del bloque norte, lo que evidencia un tectonismo más severo y sugiere que la falla Pescado podría ser un brazo satélite del sistema de fallas del borde de cordillera. Da la impresión que se tratará de una falla de cabalgamiento, cuyo bloque sur traslapa al bloque norte, pero las evidencias acumuladas durante



Figura 8. Diaclasamiento asociado a la zona de influencia de la Falla Río Negro.

la presente investigación no permiten aseverarlo. Revisiones posteriores podrán definir si efectivamente esta falla interrumpe las fallas del sistema SE-NW y desplaza lateralmente las del sistema SW-NE, y si el desplazamiento de las unidades del bloque sur hacia el oriente son una indicación de que esta falla podría adentrarse en el bloque llanero, como lo sugiere la dirección del río Guatiquía de Villavicencio hacia el Oriente.

REFERENCIAS

ASOCIACION DE INGENIERIA SISMICA, AIS (1984): Estudio General del Riesgo Sísmico de Colombia. Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes, Bogotá.

BELOUSOV, V. V. (1967): Esbozo de la Tectónica de los Andes.- Geol. Colombiana, 4, 5-24, Bogotá.

BÜRGL, H. (1961A): Sedimentación Ciclica en el Geosinclinal Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia.- Bol. Geol. 7 (1-3), 85-118. Bogotá.

_____(1961B): Historia Geológica de Colombia.- Rev. Acad. Cienc. Ex. Fis. Nat. 43, 137-191, Bogotá.

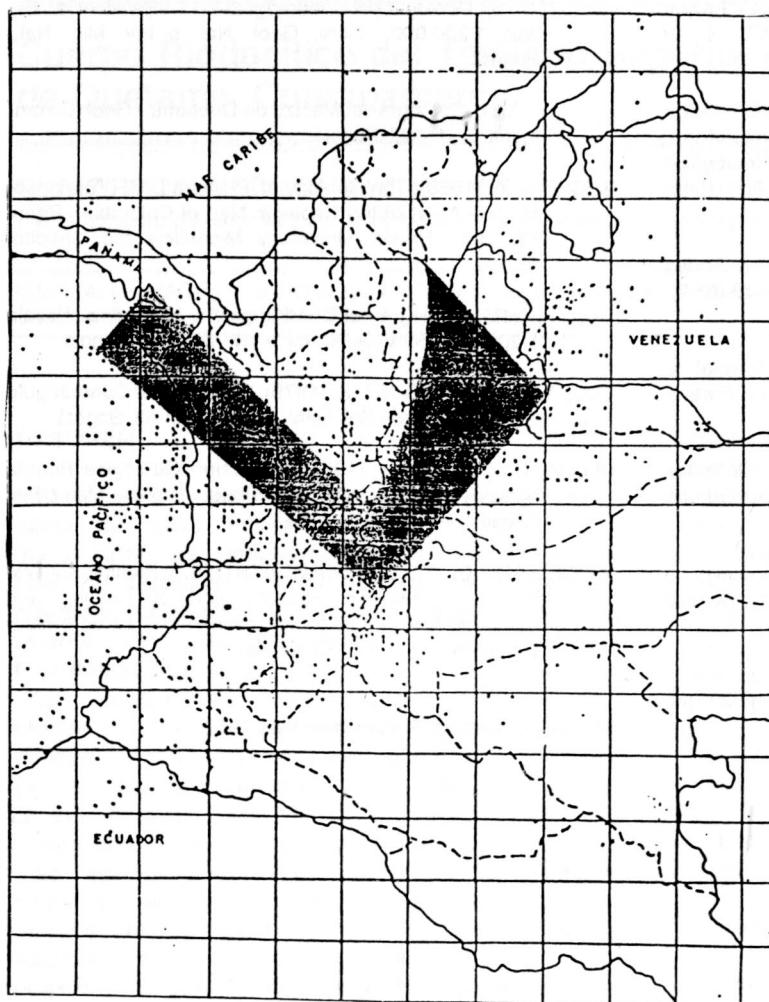


Figura 9. Ubicación de los epicentros sísmicos en Colombia (Espinosa et al., 1985).

CAMPBELL, C. J. (1962): A Section Through the Cordillera Oriental of Colombia between Bogotá and Villavicencio.- Col. Soc. Pet. Geol. Geoph., 29 p., Bogotá; reimpreso en 1979: Geological Field-Trips Colombia 1959-1978, 89-118. Ediciones Geotec, Bogotá.

CAMPBELL, C. J. & BÜRGL, H. (1965): Section through the Eastern Cordillera of Colombia, South America.- Geol. Soc. Am. Bull. 76, 567-590.

CENTRO INTERNACIONAL DE FÍSICA. CIF (1987): Primer curso Internacional sobre Riesgo Sísmico. Memorias. Bogotá.

CORTES, R. (1979): Cartografía Geológica de Superficie del Alineamiento del Túnel Río Guarinó-Río La Miel.- Trabajo Final. Univ. Nal. de Colombia. Inédito, 2 vols., Bogotá.

(1988): Algunas Anotaciones y Consideraciones Tectónicas de los Andes Septentrionales.- IV Jornadas Geotécnicas Colombianas, Soc. Col. Ing., 14 p., en

prensa.

CORTES, R. & DE LA ESPRIELLA, R. (1984): Contribución al Conocimiento del Paleozoico Superior en la Sección Quetame-Villavicencio.- Univ. Ind. Santander, Bol. de Geol. 30, 83-101. Bucaramanga.

DE LA ESPRIELLA, R. y CORTES, R. (1982): Contribución a la Estratigrafía del Grupo Quetame.- IV Cong. Col. Geol. Cali. 15 p., en prensa

(1985): Observaciones sobre el Cuaternario en el Valle del Río Negro-Guayuriba y Piedemonte Llanero al Oriente de Bogotá.- Geol. Colombiana, 14, 39-47. Bogotá.

DE PORTA, J. (1966): Geología del Extremo Sur del Valle Medio del Magdalena entre Honda y Guatiquí (Colombia).- Univ. Ind. Santander. Bol. de Geol. 22-23, 5-347.

ESTRADA, A. (1972): Geology and Plate Tectonics History of the Colombian Andes.- Stanford Univ. Thesis, 115 p., Inédito.

GEOCOLOMBIA (1963): Mapas y Estudios Geológicos para la Selección de la Ruta de la Carretera Bogotá-Caquezá: Samel Ingenieros, Inédito.

(1966): Mapa Fotogeológico e Informe Preliminar sobre la Factibilidad Geológica del Área del Proyecto Chingaza.- Ingetec Ltda., Inédito.

(1968): Explicación a la Interpretación Fotogeológica de la Zona de la Línea de Conducción La Gruta-Embalse de San Rafael.- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. D.E., Inédito.

GEOTEC LTDA. (1988): Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1'200.000 (2a. Edición).- Bogotá.

GOMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS CIA. LTDA (1980a): Informes de Geología N°s 1 a 16. Proyecto Hidroeléctrico del Río Negro-Guayuriba.- Inéditos.

(1980b): Informe de Prefactibilidad. Volumen II.- Proyecto Hidroeléctrico del Río Negro-Guayuriba.- Inédito.

(1981): Informes de Geología N°s. 17 a 23.- Proyecto Hidroeléctrico del Río Negro-Guayuriba.- Inéditos.

(1982a): Informes de Geología N°s 24-39. Proyecto Hidroeléctrico del Río Negro-Guayuriba.- Inéditos.

(1982B): Informe de factibilidad, Volumen VII, Proyecto Hidroeléctrico del Río Negro-Guayuriba.- Inédito.

HUBACH, E. (1957): Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores.- Bol. Geol. 5 (Nº 2), p. 23-112. Bogotá.

INGEOMINAS (1988): Mapa Geológico de Colombia.- Escala 1:1'500.000. Memoria explicativa (GONZALES, H., et al). 71 p., Bogotá.

INGETEC (1980): Proyecto Hidroeléctrico del Guavio. Licitación G-110, Conducción y Central Subterránea. Información de Referencia, Apendice B.- Geología e Investigaciones del Subsuelo. Vol III y IV.- Emp. Energ. Elec. Bogotá. Inédito.

IRVING, E. M. (1971): La Evolución Estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia.- Bol. Geol. 19 (Nº 2). 1-90. Bogotá.

JULIVERT, M. (1968): Léxique Stratigraphique International. 5. Amérique Latine, Fascicule 4e., Colombie. 1re. Partie.- Centre Nat. Rech. Scient., 651 p., París.

LOWRIE, A. et al. (1981): Basement Faults and Uplift in the Colombian Llanos.- Z. Geomorph. N.F., Suppl.- Bd. 40, 1-11, Berlin-Stuttgart.

MCLAUGHLIN, D.H. & ARCE, M. (1971): Recursos Minerales de parte de los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Meta.- Bol. Geol. 19 (Nº 1). 1-102. Bogotá.

RENZONI, G. (1962): Apuntes Acerca de la Litología y Tectónica de la Zona al Este y Sureste de Bogotá.- Bol. Geol. 10 (1-3), 59-79. Bogotá.

_____ (1965): Geología del Cuadrángulo L-11 Villavicencio. Escala 1:200.000.- Serv. Geol. Nat. e Inv. Min. Nat., Bogotá.

_____ (1968): Geología del Macizo de Quetame.- Geol. Colombiana, 5, 75-127. Bogotá.

SEGOVIA, A. (1963): The Geology of Plancha L-12 (Peralonso-Medina Area) of the Geologic Map of Colombia.- Penn. St. Univ. Thesis. University Microfilms Inc., Inédito. 201 p.

_____ (1965): Geología del Cuadrángulo L-12 Medina. Escala 1:200.000.- Serv. Geol. Nat. e Inv. Min. Nat., Bogotá.

ULLOA, C. & RODRIGUEZ, E. (1979): Geología del Cuadrángulo K-12, Guateque.- Bol. Geol. 12 (No. 1), 3-55. Bogotá.

ULLOA, C. & CARO, P. (1985): Excursión Geológica Bogotá Villavicencio-Acacias.- 2º. Simp. Boliv., Memorias, Anexo 1. Pt 1. 1-30. Bogotá.

WOODWARD-CLYDE CONSULTANTS (1982): Preliminary evaluation of Seismic Hazards and of Erosión and Sediment Sources (Geomorphology).- Río Negro-Guayuriba Project, Colombia. Inédito.

Manuscrito recibido: Septiembre 19 de 1989