

BREVE HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA

por

P. Castro* & M. Hermelin*

Resumen

Castro P. & Hermelin M.: Breve historia de la cartografía geológica en el departamento de Antioquia, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **27**(103): 245-261, ISSN 0370-3908.

A pesar de la tradición minera del departamento de Antioquia, su cartografía geológica sistemática sólo se inició por iniciativa regional a principios del siglo XX y culminó a fines del mismo. Se analizan las labores realizadas por la Comisión Científica Nacional, el Ferrocarril de Antioquia, la Facultad Nacional de Minas, el Servicio Geológico Nacional y sus entidades sucesoras: el Inventario Minero Nacional, y el Ingeominas.

Palabras clave: Historia de la Geología, Cartografía Geológica, Departamento de Antioquia, Colombia.

Abstract

Despite of the mining tradition of the Department of Antioquia, its systematic geological mapping only started, by regional initiative, at the beginning of the twentieth century; these activities were carried out by the National Scientific Commission, the Antioquia Railways, the National School of Mines and the National Geological Survey and their successors.

Key words: History of geology, Geological mapping, Department of Antioquia, Colombia.

Introducción

La cátedra Pedro Nel Gómez, evento múltiple que organiza anualmente la Universidad Nacional de Medellín,

estuvo orientada en 1998 hacia la contribución de la Ingeniería al desarrollo regional. Su coordinador, el profesor Jorge Alberto Naranjo, invitó al segundo autor de este corto trabajo a presentar una conferencia sobre el tema de

* Grupo de Geología Ambiental, Universidad EAFIT, Medellín.

la cartografía geológica en Antioquia. La información recogida para esta conferencia se completó posteriormente y se pensó que sería de interés publicar los resultados.

Las clases de Geología de Colombia dictadas por el Profesor Gerardo Botero en la Facultad de Minas en 1962 y en 1963 fueron sin duda la inspiración inicial de este trabajo. Por otra parte, la conferencia dictada por el Ingeniero Geólogo Humberto González en septiembre de 1998 para la presentación del último mapa geológico del departamento fue una guía para la época más moderna de la cartografía. La lectura de los trabajos de **Botero** (1978) y **Espinosa** (1984) también fue de gran ayuda. Una larga conversación con el Ingeniero Hernán Garcés ayudó considerablemente a aclarar el origen del primer mapa geológico de Antioquia. Finalmente, investigaciones bibliográficas en la Sala Antioquia y en la hemeroteca de la Biblioteca Pública Piloto, así como en la biblioteca de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional permitieron completar el trabajo. Los autores agradecen a todas las personas que ayudaron en el proceso de recolección del material de este trabajo, particularmente a los funcionarios de la Biblioteca Pública Piloto de Medellín.

El departamento de Antioquia

El departamento de Antioquia (62.150 km²) está localizado en la zona noroccidental de Colombia y se extiende desde el río Atrato al oeste hasta el río Magdalena, al este, con una franja de costa de 240 km sobre el golfo de Urabá (Figura No. 1).

Comprende por lo tanto partes de dos cordilleras: la Occidental entre el río Atrato y el río Cauca, con alturas que alcanzan 4.050 m en dos páramos (Farallones de Citará y Páramo de Urao), y la Central entre el río Cauca y el río Magdalena, con alturas un poco menores (Páramos de Sonsón y de Belmira) y extensos altiplanos donde se depositaron aluviones auríferos terciarios en cuyo origen fue enorme la importancia del Batolito Antioqueño, cuerpo que tuvo gran influencia en las mineralizaciones de la región.

Una vez realizada la conquista del territorio, el poblamiento de Antioquia por españoles estuvo muy ligado a la minería del oro. Desde fines del siglo XVI empezaron a desarrollarse distritos mineros como Santafé de Antioquia, Zaragoza, Cáceres, Guamocó, Remedios, todos por medio del trabajo de esclavos negros. A principios del siglo XVII se abrieron otros frentes en tierras altas: San Pedro, Ovejas, Río Chico, Santa Rosa de Osos, Guarne, Río Negro, Piedras Blancas; posteriormente más al oriente en Concepción y Santo Domingo. (Fig. 1). (**West**, 1952; **Álvarez**, 1988).

La gran mayoría de esas minas eran de aluvión y se explotaban de manera primitiva, siguiendo inicialmente las técnicas usadas por los indígenas. El mejoramiento tecnológico (introducción de bombas, tuberías, dragas) a fines del siglo XIX permitió ampliar esta actividad que aún perdura en algunos distritos. (**Parsons**, 1949).

El siglo XIX

A pesar de una tradición minera iniciada prácticamente desde la Conquista, el conocimiento de la geología de Antioquia, lo mismo que la del resto del país, sólo empezó en forma fragmentaria a principios del siglo XIX. Varios nombres merecen ser citados para esa época:

- F. J. de Caldas (1771-1816), quien a pesar de no dedicarse directamente a las investigaciones geológicas, tuvo el mérito de haber fundado en Rionegro en 1813 la primera Escuela de Ingenieros de Colombia en épocas de la "Patria Boba", escuela que no tuvo mayor proyección por causa de la reconquista.
- Alejandro de Humboldt visitó la Nueva Granada durante el año 1801. Su itinerario lo llevó desde Venezuela hasta Santafé y de allí hacia Popayán y Quito por el paso del Quindío. Humboldt dejó numerosos escritos sobre el tema de la "Geognosia", como llamaba a la geología, que influyeron en el conocimiento científico de la época. Vale la pena mencionar que la roca "andesita" recibió su nombre de él, a partir de sus observaciones durante el cruce del paso del Quindío en la Cordillera Central (**Humboldt**, 1941).
- Recomendado por Humboldt llegó a Colombia en 1822 el ingeniero de minas francés J.B. Boussingault (1802-1887), contratado en París por la Misión Zea. Boussingault, quien hizo numerosas observaciones científicas durante toda su estadía, viajó inicialmente por tierra desde La Guaira hasta Bogotá, donde debía establecer una escuela de minas. Ese proyecto nunca se pudo realizar y Boussingault pasó a la zona minera de Supía- Marmato como representante del gobierno colombiano ante la compañía inglesa que había adquirido la concesión de esas minas. De ahí Boussingault viajó a Antioquia y al Chocó. Al terminar su contrato viajó por tierra hasta Quito. Boussingault dejó en sus memorias una serie de apuntes interesantes sobre la geología -y sobre la sociedad y sus costumbres- de Colombia. Regresó a Francia en 1830 y sus investigaciones posteriores le merecieron el título de "Padre de la Química Agrícola" por los importantes aportes que hizo en ese campo. Cuando murió era uno de los científicos más influyentes de Francia

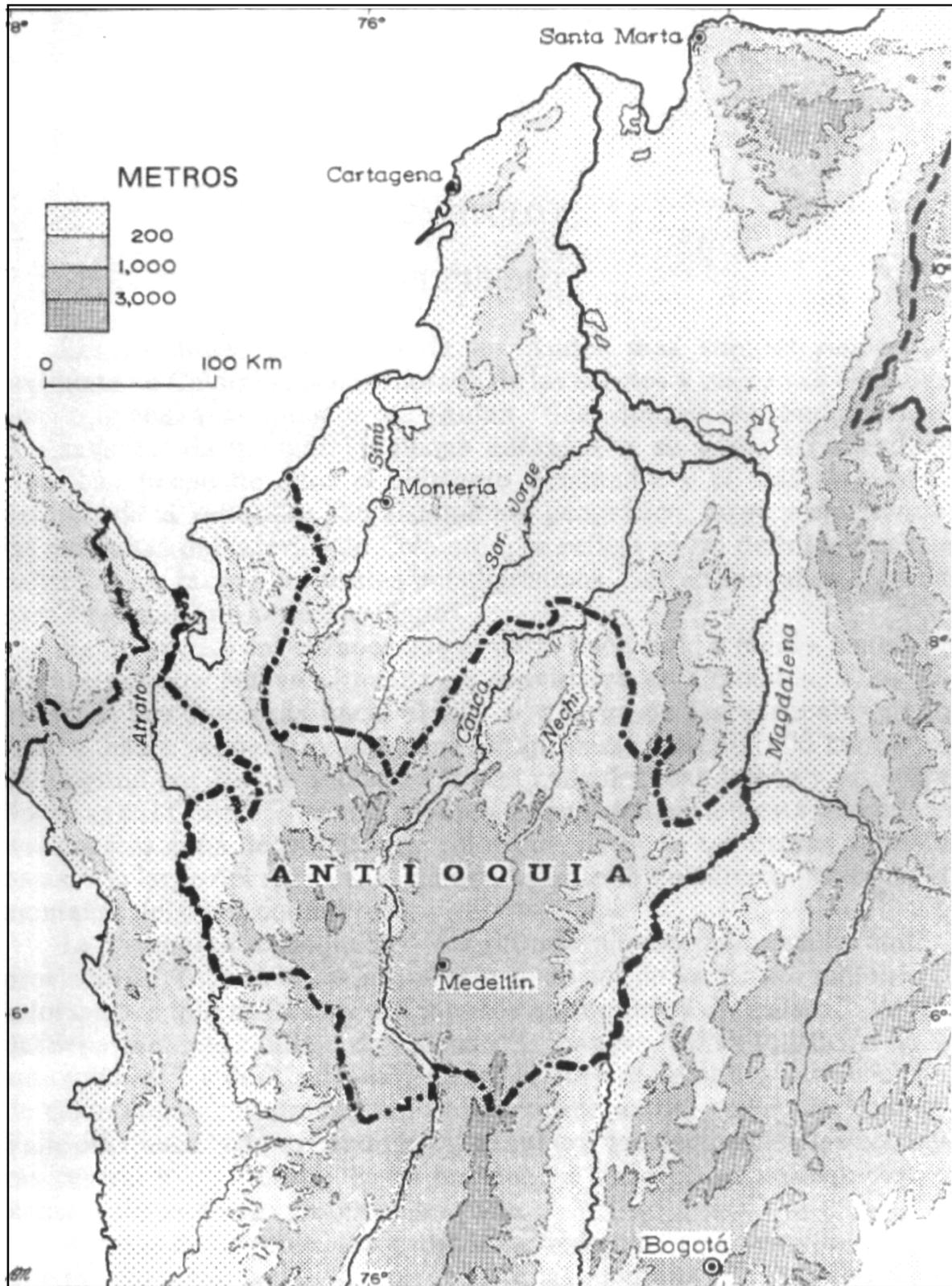


Figura 1. Localización del Departamento de Antioquia (Con siluetas de Cordilleras)

y Secretario de la Academia de Ciencias de París. (**Boussingault**, 1903; **Espinosa**, 1994).

Por ser posiblemente la primera persona con conocimientos geológicos que visitó al actual departamento de Antioquia, se transcribe a continuación un breve resumen de su viaje realizado en octubre de 1825, acompañado por el capitán Walker, representante de los intereses mineros ingleses.

Entró a ese departamento cruzando Abejorral y pasando luego el río Buey para llegar a Río Negro, que contaba en esa época con 12.000 habitantes (una de las ciudades más importantes del departamento). Describió allí las rocas del Batolito Antioqueño como sienitas. De ahí pasó por Envigado a Amagá y Titiribí, donde realizó el primer esquema de un corte geológico de las rocas de la zona. Visitó las minas de El Zancudo y de Otramina, y luego se embarcó en una balsa sobre el Río Cauca para llegar hasta Antioquia.

De ahí pasó a Cañasgordas y luego por Sopetrán y San Jerónimo, llegó el 3 de diciembre a Medellín, en esa época una población de 3.000 habitantes. Visitó las Salinas de Guaca (actualmente Heliconia), muestreó y analizó sus aguas y dedujo correctamente que la presencia de yodo en ellas explicaba la ausencia de bocio en los habitantes de Antioquia, a diferencia de lo que había observado en la Cordillera Oriental. Luego visitó San Pedro, hizo observaciones sobre un “cono rocoso” en Entrerriós (el peñol del mismo nombre), y visitó las minas de oro de Santa Rosa de Osos (3.000 habitantes). De ahí viajó por Medellín y Río Negro a Marinilla (5.000 habitantes), pasó luego por el Peñol de Guatapé (descrita por él como una pirámide de sienita) y por San Carlos (Teta de la Vieja, otro peñol ahora llamado más castamente el Cerro El Tabor). Luego pasó a Canoas y a la bodega situada en la confluencia del río Nare y del río Samaná, donde describió las rocas calcáreas que bordean al primero. En la desembocadura del Nare se embarcó río Magdalena arriba. (**Boussingault**, 1903).

Además de esos apuntes de viaje, Boussingault escribió numerosos artículos para revistas científicas francesas y coleccionó fósiles, particularmente del Cretácico de la Cordillera Oriental, los cuales fueron descritos por el paleontólogo Alcides d'Orbigny, del Museo de Historia Natural de París.

En 1833 rindió informe **Boussingault** (1945, 1946, 1947) ante la Compañía Colombiana de Minas acerca de visitas realizadas en varias partes del territorio antioqueño: Titiribí (El Zancudo, Otramina,) Río Negro (El Guarzo), el río Cauca (Quiuná), Buriticá, Santa Rosa de Osos, Gua-

ca y El Retiro, dejando una breve descripción geológica de cada una de ellas.

Varios personajes que dejaron importantes contribuciones para la geología del país merecen citarse, aunque ninguno de ellos trabajó directamente en el territorio actual de Antioquia:

- Joaquín Acosta (1800-1852) estudió geología en Francia y dejó excelentes contribuciones sobre la erupción del Ruiz en 1845 y sobre la Sierra Nevada de Santa Marta. Tradujo parte de la obra de Boussingault. (**Espinosa**, 1994).
- H. Karsten (1817-1908), científico alemán que publicó el primer esquema geológico de Colombia en 1856, ampliado luego en 1886 (*Geología de la Antigua Colombia Bolivariana*).
- W. Reiss (1838-1908) y A. Stuebel (1835-1904) visitaron a Colombia entre 1867 y 1868 y publicaron en dos tomos una obra importante sobre la geología colombiana, en especial sus volcanes. (**Reiss & Stuebel**, 1892-1899).
- A. Hettner (1859-1941) estuvo en Colombia de 1882 a 1884 y dejó establecida la estratigrafía básica de la Cordillera Oriental (*La Cordillera de Bogotá*) (**Hettner**, 1892).
- C. Degenhardt, quien administró las minas de Marmato, dejó un trabajo sobre las fuentes de aguas salinas del Estado de Antioquia y la geología de los alrededores de Medellín (**Degenhardt**, 1839).
- La Comisión Corográfica, organizada en 1850 bajo el Gobierno de J. H. López, no dejó anotaciones importantes sobre la geología del departamento.
- Carlos S. de Greiff, ingeniero de minas sueco que se estableció en Colombia, produjo un mapa de todas las minas conocidas en la provincia de Antioquia, que fue publicado en París (**De Greiff**, 1857). Este mapa se basó “en parte en los preciosos trabajos topográficos del general Codazzi y en parte sobre nuestras observaciones personales durante larga residencia en el país”.
- Vicente Restrepo (1837-1899), ingeniero de minas, dejó una obra de gran importancia (*la minería de oro y plata en Colombia*), donde se recogen importantes descripciones de las explotaciones mineras, de las minas de oro en Antioquia. (**Restrepo**, 1883).
- Como dato histórico, debe mencionarse la breve presentación que hizo **Petit-Bois** (1879) ante la Socie-

dad Belga de Geología acerca de aspectos geológicos del trayecto de Puerto Nare a Medellín.

- Von Schenck viajó por Antioquia y Tolima en 1880 (Nare, Medellín, Santa Rosa, Manizales) y dejó interesantes descripciones acerca de las minas que visitó en su recorrido, junto con mapas detallados de sus itinerarios (**von Schenck**, 1953).

En 1887, Pedro Nel Ospina fundó en Medellín la Escuela de Minas, con la asesoría del médico y geógrafo Manuel Uribe Ángel, autor del excelente libro “Geografía de Antioquia” (1887) que recoge la síntesis del conocimiento de ese campo en ese entonces. La Escuela de Minas fue un centro de formación de ingenieros que conservó su nombre hasta 1939, cuando se llamó Facultad Nacional de Minas, hoy Facultad de Minas de la Universidad Nacional. Desempeñó un papel importante en el conocimiento geológico del departamento, como se verá más adelante.

El siglo XX hasta 1940

Se escogió este lapso porque a partir de 1940 la generación de conocimiento geológico del país cambió gracias a la fundación del Ministerio de Minas y Petróleos (hoy Ministerio de Minas y Energía), aunque en Antioquia esa situación se anticipó con la Ordenanza 16 de 1918, que decidió el levantamiento y publicación de las “cartas y mapas geográfico y geológico del departamento” y con la creación de la Planta Metalúrgica en 1933.

La Escuela de Minas

La Escuela de Minas siguió existiendo, a pesar de grandes dificultades de financiación. Tulio Ospina (1857-1921), su rector durante varios años, quien estudiara en la Universidad de California en Berkeley (donde colaboró con Lawson, el famoso mineralogista, en el levantamiento geológico de las rocas metamórficas que rodean a San Francisco), publicó en 1911 el primer texto sobre geología de Antioquia: “*Reseña Geológica de Antioquia*”. (**Ospina**, 1911; **Hubach**, 1957).

En el prólogo del libro, Alejandro López, conocido ingeniero egresado de la Escuela de Minas y ex alumno de Tulio Ospina, menciona que éste “ha sido el único profesor de Geología en Antioquia” en los últimos 25 años. Eso parece demostrar que la formación que los ingenieros recibían en la Escuela iba mucho más orientada hacia la minería y otras ramas de la ingeniería que hacia las ciencias geológicas. Esa tendencia queda confirmada en el cuadro No 1, que corresponde a una selección realizada por **Espinosa** (1984) a partir de una

lista de tesis realizadas entre 1893 y 1937 (**García**, 1937). A ese cuadro hace falta agregarle la tesis de Peñuela (1896) sobre la geología y los recursos minerales de El Retiro.

Una de estas tesis fue la de Gerardo Botero, sobre paleontología colombiana (**Botero**, 1937). Este mismo autor (**Botero**, 1940a, 1940b) en una nota sobre el Ordoviciano de Antioquia presentada en Washington, demuestra un considerable conocimiento sobre la estructura geológica del departamento y discute con propiedad el rango de edades posibles para el Batolito Antioqueño. Es de anotar que en esa comunicación menciona la margen occidental del río Magdalena como una “penillanura” levantada durante los movimientos del Cenozoico a grandes alturas que a grandes rasgos pueden reducirse a tres principales: “contando del río Magdalena al oeste se tiene la primera entre los 300 y 400 metros de altura; la segunda entre los 900 y 1.200 metros abarcando las regiones de San Luis, San Rafael, San Roque, Yolombó, Remedios, Segovia, etc. Por último la tercera formada por las altiplanicies de Río Negro, Santa Rosa, Sonsón, etc., colocada entre los 2.300 y 2.500 metros de altura.

Este escalonamiento probablemente se deba a la continuación norte de la serie de fallas que hacen del valle del Magdalena típica fosa tectónica. Los restos de la penillanura están cortados por profundos valles de naturaleza erosiva y ejemplo de ello son el Porce y sus afluentes, el Nechí, El Samaná, etc.”

Es interesante recalcar que G. Botero, hace más de 60 años, se planteó un problema que aún hoy no está resuelto: el del tipo de levantamiento de la Cordillera Central. Cuadro 1.

En esa época, G. Botero publicó además con H. Garcés (**Botero & Garcés**, 1934) unas observaciones sobre la Geología del camino de Bolívar a Quibdó. Juan de la Cruz Posada (1869-1961) se graduó en la Escuela de Minas y se especializó en la Universidad de California en Berkeley. Fue rector de la Escuela de Minas y publicó un resumen actualizado para la época de los conocimientos geológicos sobre Antioquia (**Posada**, 1936). También había publicado en 1913 una nota sobre las formaciones carboníferas de Amagá (**Posada**, 1913) complementada por **Restrepo** (1921).

R. Wokittel (1893-1970), ingeniero de minas alemán, llegó a Colombia en 1926 como profesor de la Escuela de Minas y se dedicó a la geología de yacimientos minerales (**Wokittel**, 1960).

Cuadro 1.
Tesis de grado de la Escuela de Minas 1893-1937 sobre temas geológicos

Carlos Cock	Geología del Zancudo	1893
Alonso Robledo	Sobre el Código de Minas	1893
Alejandro López	El Túnel de La Quiebra	1908
Luis F. Osorio	Texto de Mineralogía y Geología	1910
Mariano Ospina P.	Aluviones del Río Porce	1912
Roberto I. Restrepo	Explotaciones Mineras	1912
Alfonso Sarria	Taludes y Movimiento De Tierras	1924
Francisco A Vargas	Concentración Mecánica De los Minerales	1925
Carlos Drews	Génesis de los depósitos Minerales	1925
Ricardo Wills Martínez	Aluviones en General	1925
Jorge Ospina	Montaje y Explotación de una Mina de Aluvi6n	1928
José M. Castro	Geología de la Guajira Agrimensura Legal en Colombia	1929
Albero Villegas	Exploraci6n, Explotaci6n y Uso del Platino	1929
José María Rend6n	Industria de Sales y Salinas de Guaca	1930
José Llorente Cortés	Principales explosivos y su aplicaci6n en el movimiento de tierras	1931
Jorge Mondrag6n C	Apuntes sobre el Carb6n	1932
Antonio Durán	Análisis Petrográfico y Químico de las Rocas de Antioquia	1933
Julián Posada	Tratado de Microscopía y Rocas de Colombia Analizadas al Microscopio	1933
Julio Bastidas	Riqueza Mineral de Nariño	1934
Rafael Lince	Análisis y Purificaci6n de Aguas	1935
Gerardo Botero	Bosquejo de Paleontología Colombiana	1936
Luis Bernal	Estudio sobre Carbones de Antioquia	1936
Juan Berdugo	Aguas Subterráneas	1936
Gilberto Botero	Molinos para Trituraci6n de Minerales	1937

La Comisi6n Científica Nacional

La creaci6n de la Comisi6n Científica Nacional (1916), que inici6 sus actividades en 1927, contribuy6 al conocimiento de la geología de Antioquia. Su primer director, R. Scheibe (1859-1923) public6 un trabajo importante sobre la geología del sur de Antioquia (**Scheibe**, 1933).

Enrique Hubach (1894-1968), ge6logo chileno de origen alemán, lleg6 a Colombia en 1922 y trabaj6 inicialmente en la Divisi6n de Minas y Petr6leos del Ministerio de Industrias. En 1920 produjo un informe sobre la geología de Urabá (**Hubach**, 1929) y un informe sobre la geología de la carretera al mar y su puerto (**Hubach**, 1927). Hubach fue posteriormente director del Servicio Geol6gico Nacional.

El trabajo de Grosse y la Planta Metalúrgica

Vale la pena recalcar el decidido interés de la Asamblea Departamental de Antioquia en el conocimiento geol6gico del departamento: La Ordenanza 16 de 1918 estableci6 una Junta del Mapa de Antioquia, cre6 los empleos de ingeniero jefe, dos ingenieros ayudantes y de dibujantes, estableciendo sus respectivos salarios; or-

den6 fijar la posici6n de las poblaciones del departamento en caso de que no lo hubiera hecho la Oficina de Longitudes, su altura, características topográficas; clasificar las muestras de rocas y minerales, las que debían “formar una colecci6n que se exhibiría para el público y se emplearía para la enseńanza en la Escuela Nacional de Minas y que sería propiedad del departamento”. Además la Junta debía solicitar a los ministerios correspondientes el envío de los datos de la Oficina de Longitudes y de la “Comisi6n de la Carta Geol6gica de la República” (sic) que se fueran obteniendo sobre el departamento. Por otra parte, es útil transcribir en su totalidad el Artículo 8º:

“La Junta recabará del Ministerio correspondiente que, en vista de las disposiciones y prop6sitos de la presente Ordenanza, y de que es Antioquia el primer departamento que ha ordenado la formaci6n del Mapa Geol6gico, se sirva disponer que la Comisi6n Geol6gica de la República se ocupe preferentemente en los estudios y determinaciones relativas al territorio del mismo departamento”.

Es probable que esa insistencia explique el inicio de la actividad de R. Scheibe en el departamento hacia 1919.

La misma Ordenanza faculta al gobernador para contratar un empréstito por \$12.000 y para reservar anualmente esta suma para realizar el proyecto en mención.

Emil Grosse llegó a Colombia en 1920, contratado por el Ferrocarril de Antioquia por Ordenanza de la Asamblea de Antioquia. Su obra "*El Terciario Carbonífero de Antioquia*" (Grosse, 1926) resultado de tres años de trabajo de campo intenso, publicada en español y en alemán, sigue siendo un ejemplo de cartografía geológica: realizado en condiciones difíciles, su mapa topográfico fue totalmente hecho sobre el terreno. Cubre un área de 2500 km² a una escala 1:50.000 y sigue conservando su actualidad. (Fig. 2).

Otro evento importante ocurrió en 1933: el Ministerio de Industrias, motivado por la Asociación Colombiana de Mineros, con sede en Medellín, creó en esta ciudad una "Central Metalúrgica con Planta de Fundición y Ensayos", con un director y cinco ingenieros de campo. H. Garcés, ingeniero de minas nombrado director en 1937 en reemplazo del norteamericano Fetzer, se dedicó a la tarea de realizar el inventario de las minas del departamento. Se contaba con el mapa 1:500.000 (1919) de la Oficina de Longitudes. También pudieron contar seguramente con el mapa del departamento de Antioquia elaborado por Mesa *et al.* (1935). Los ingenieros de campo hacían los levantamientos de las minas y su localización con cinta y brújula. Esa información era recibida por H. Garcés y G. Botero, quienes en 1942, fecha de salida de H. Garcés para hacer estudios de posgrado en Estados Unidos, llegaron a tener datos de unas 600 minas. (H. Garcés, comunicación verbal). De esa información saldría el primer mapa sobre el Batolito Antioqueño y el primer mapa geológico de Antioquia.

El siglo XX de 1940 a 1968

Este lapso, determinado por dos eventos de gran importancia en la historia geológica del país, se inicia con la creación del Ministerio de Minas y Petróleos (1940) y la del Servicio Geológico Nacional, sucesor de la Comisión Científica Nacional. Termina con la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (Ingeominas) en 1968 (Espinosa, 1984).

Facultad de Minas

La figura más destacada de la geología en Antioquia durante este período fue definitivamente la de Gerardo Botero, quien fundó en 1941 la carrera de Ingeniería y Petróleos en la Facultad Nacional de Minas, con Alejandro Delgado (este último responsable de la parte de petró-

leos). A pesar de que su vinculación de tiempo completo sólo duró unos dos años, pues pasó a ocupar la dirección técnica de la fábrica de vidrio Peldar, siguió dedicado en forma parcial pero determinante tanto a la orientación de la carrera y a la docencia como a la cartografía geológica del departamento de Antioquia. Publicó el primer croquis geológico de Antioquia (Botero, 1941a) (Fig. 3) que acompañó con una descripción de las formaciones geológicas de Antioquia (Botero, 1941b, 1942a). El interés de Gerardo Botero para con el Batolito Antioqueño se manifiesta en su publicación sobre la petrografía de ese cuerpo (Botero, 1942b), donde aparecen varios análisis químicos de las rocas de ese importante cuerpo intrusivo. Junto con ese trabajo aparece el primer mapa del batolito, fruto de la recopilación de los trabajos realizados durante varios años por la Planta Metalúrgica de Medellín en las minas del departamento de Antioquia (Planta Metalúrgica Nacional, 1942). (Fig. 4).

Posiblemente Gerardo Botero también tuvo alguna influencia sobre la escogencia del trabajo que realizó su pariente Gilberto Botero R. en la Universidad de Minnesota (1940) sobre el estudio de la petrografía y las posibilidades para uso ornamental de las rocas del Batolito Antioqueño.

Posteriormente G. Botero gestionó ante el departamento de Antioquia los fondos que permitieron llevar a cabo la primera cartografía geológica levantada en Antioquia a escala 1:25.000 sobre mapas del Instituto Geográfico A. Codazzi (IGAC) con interpretación de las primeras fotos aéreas tomadas a escala regional a partir de mediados de la década de 1950. La culminación de ese trabajo pionero, el primer mapa geológico levantado con base en trabajo de campo desde la época de Grosse (1926), fue la publicación de la memoria por la Facultad de Minas (Botero, 1963) junto con un mapa a escala 1:50.000 de toda la parte central del departamento de Antioquia. Ahí se definen las principales formaciones geológicas, que han seguido utilizándose en su mayoría hasta ahora. G. Botero retoma ahí los conocimientos previos sobre la petrografía y los amplía y obtiene además dataciones radiométricas sobre el Batolito Antioqueño.

Este trabajo fue seguido por otro que cubrió la continuación al norte de la primera zona (Botero & Rico, 1965) y el resultado fue publicado en 1965 a escala 1:200.000 por el Inventario Minero como la Plancha I-8 (Fig. 3).

Servicio Geológico Nacional

La actividad de los geólogos del Servicio en Antioquia fue inmediata y sus trabajos cubrieron aspectos relacionados con yacimientos (Alvarado *et al.*, 1940a, b, c;

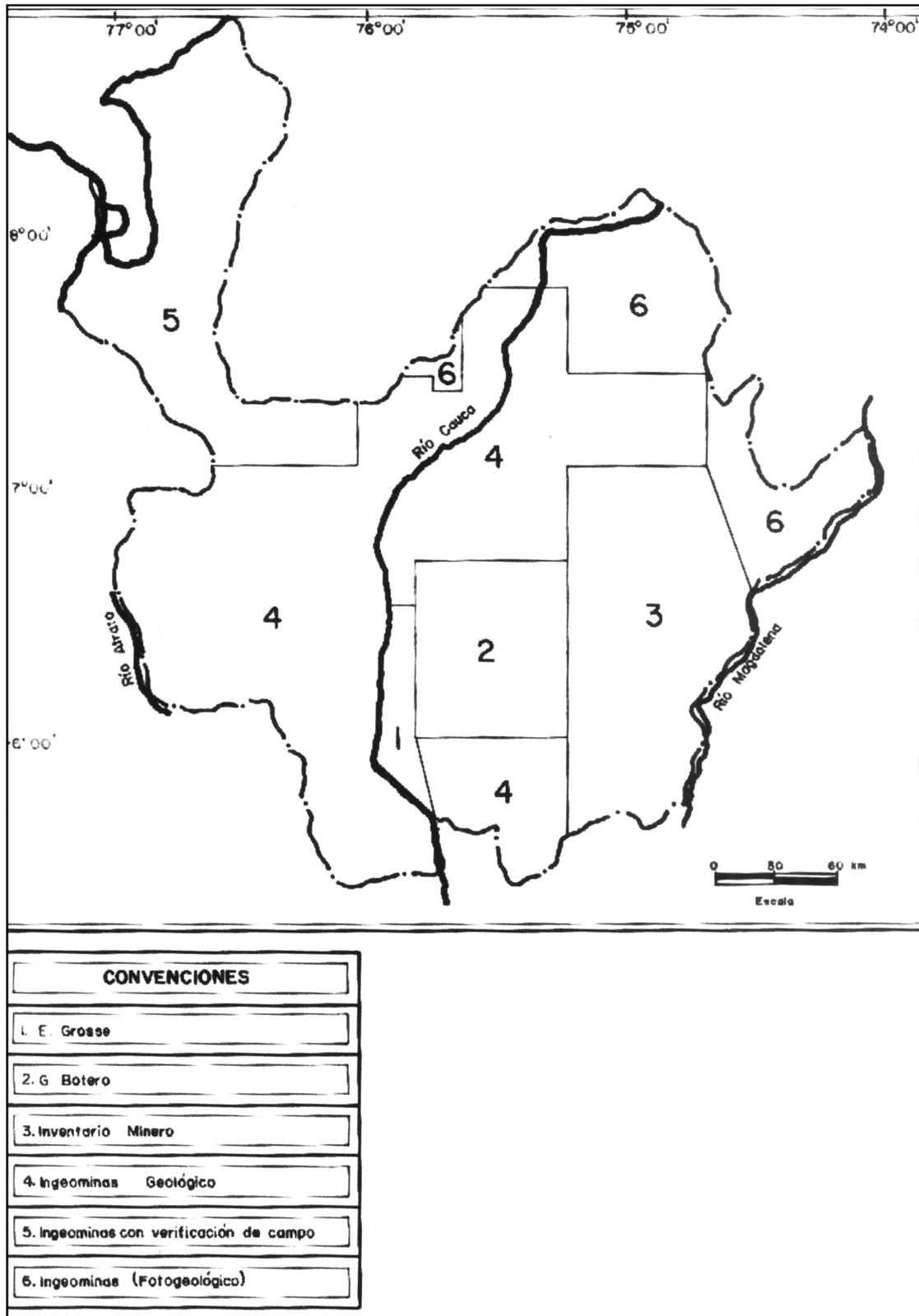


Figura 2. Distribución cronológica de la cartografía geológica de Antioquia

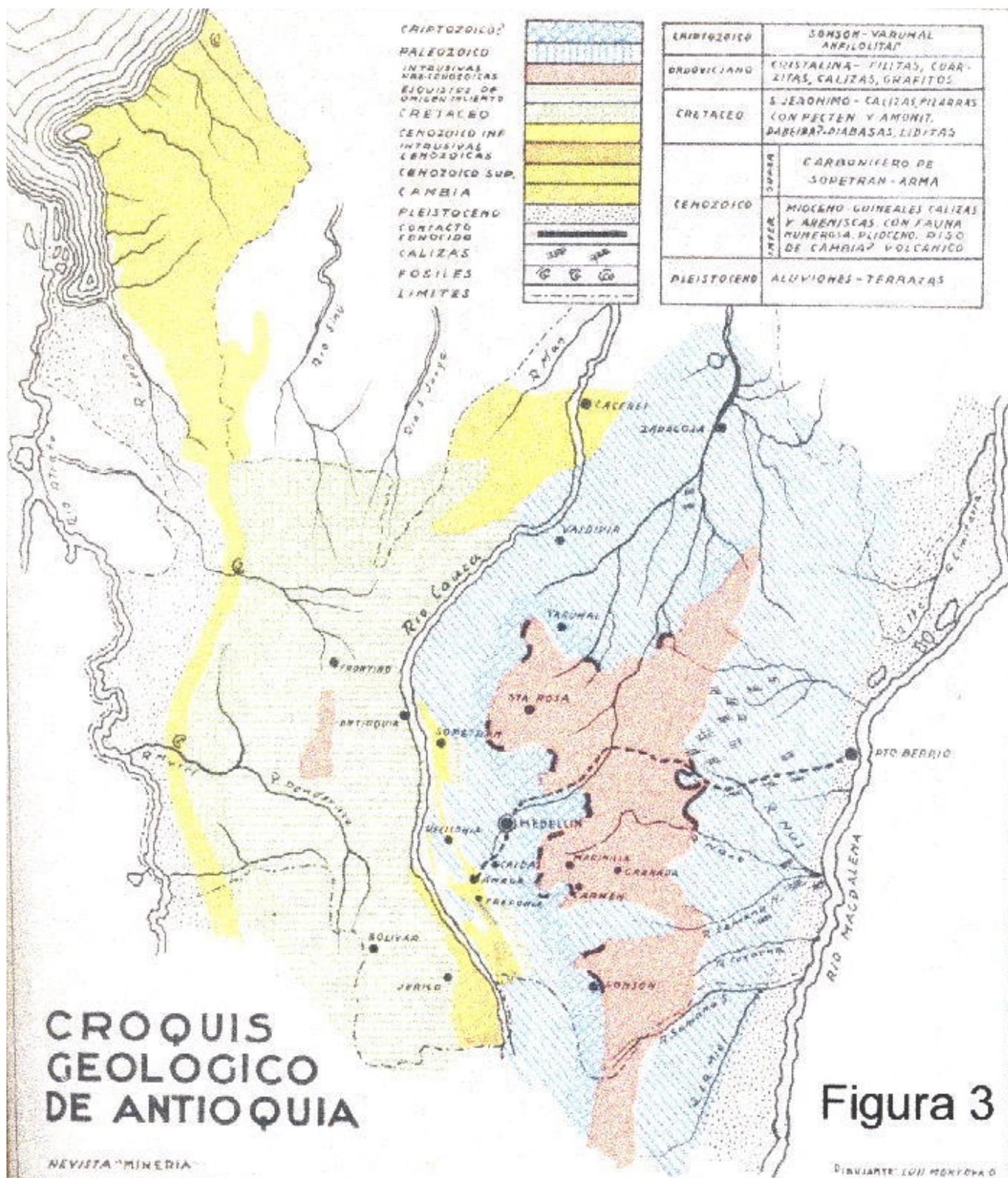


Figura 3. Croquis Geológico de Antioquia de G. Botero (1941)

Botero, R., G., 1943 a, b, c; **Royo y Gómez**, 1940; **Sarmiento**, 1951) y con geología para ingenieros de obras hidroeléctricas (**Alvarado & Sarmiento**, 1943).

Como culminación de esa actividad se produjo por parte del Servicio Geológico Nacional (SGN) un informe sin fecha de 10 páginas intitulado “*Mapa Geológico del Departamento de Antioquia* (No. 638) (en la colección de informes del antiguo SGN en el Ingeominas de Medellín aparece sin mapa; el ejemplar de la Biblioteca del Ingeominas en Bogotá tiene un coloreado a mano con fecha de 1941). En la Sala de Antioquia de la Biblioteca Pública de Medellín se pudo encontrar publicado en un informe de la Contraloría General de la República: “*Antioquia, estudio geográfico, económico y social*” (**Aguirre**, 1948, p. 11 a 13) una reproducción completa del Informe del SGN, acompañado por un mapa a escala 1:1.000.000 aproximadamente, cuyas convenciones coinciden también con las del informe 638 pero que aparece con fecha de 1946. Señala además Aguirre que fue elaborado en esa fecha por técnicos de SGN. Se trata por ahora de la única publicación conocida de este primer mapa geológico de Antioquia (Fig. 5).

Para este período hay que mencionar también las contribuciones de **Butler** (1942), quien estudió la región del valle del Magdalena y la parte más distal de la vertiente oriental de la Cordillera Central; **Nyngren** (1950) quien estudió el geosinclinal Bolívar, correspondiente al valle del Atrato; el **Hermano Daniel** (1948) publicó por otra parte en Medellín un libro de divulgación sobre geología y prehistoria de Colombia.

Liégeois (1958), visitante belga, dejó la descripción de un itinerario a lo largo del Río Grande y observaciones sobre la estructura de la Cordillera Central y sobre la meteorización química de las rocas del Batolito Antioqueño en esa zona.

Bürgl y Radelli (1962) descubrieron nuevas evidencias fosilíferas en el sur del departamento de Antioquia.

Los temas con los que se relacionan los informes de los geólogos del Servicio Minero Nacional que visitaron a Antioquia entre 1946 y 1968 son los siguientes:

(el número de informes aparece entre paréntesis):

- Yacimientos minerales (41)
- Deslizamientos (20)
- Geotecnia (2)
- Hidrología (1)

Inventario Minero

El Inventario Minero, creado en 1961, inició labores en Medellín y en otras ciudades del país (Barranquilla, Bogotá) en 1964. Contó con la asesoría de geólogos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). En Antioquia estuvieron los geólogos Tomás Feininger y Roberto Hall. Las dos áreas cartografiadas en Antioquia fueron las llamadas Subzonas IIA y IIB (Fig. 2) que complementaron y ampliaron la información existente recogida por G. Botero A y su grupo de la Facultad de Minas, con un cubrimiento del centro y oriente del departamento. Además el Inventario vinculó a estudiantes y egresados de esa facultad y de la carrera de geología creada en la Universidad Nacional en Bogotá en 1956 en las labores de campo y posterior organización de la información geológica estimulando a una nueva generación de geólogos que continuarían trabajando en el futuro INGEOMINAS (creado en 1968 al integrar el Laboratorio Químico Nacional, el Inventario Minero Nacional y el Servicio Geológico Nacional).

Como resultado de estos trabajos se publicaron diversos informes y planchas geológicas (Fig. 2):

- Mapa geológico del oriente del departamento de Antioquia (**INGEOMINAS**, 1970^a) que cubrió el Cuadrángulo I-9 y parte de los Cuadrángulos H-9, H-10, I-9, I-10, J-9 y J-10B) en este caso como planchas I a III del informe de la zona II-B.
- Mapa geológico del Cuadrángulo H-8 y parte del H-7 (**INGEOMINAS**, 1970) como informe de la zona IIA.

Estos mapas fueron complementados por los informes preparados por **Álvarez, et al.**, 1970 **Feininger et al.**, 1970; **Feininger et al.**, 1972; **Hall et al.**, 1972.

También se publicaron trabajos relacionados con otros aspectos de la geología del departamento de Antioquia: **Feininger** (1970); **Hall et al.**, (1971); **Feininger & Gómez** (1968), **Barrero et al.**, (1969); **Estrada** (1972).

El siglo XX a partir de 1968

El Ingeominas

Ingeominas siguió la labor iniciada por el Inventario Minero por medio de sus oficinas regionales. La de Medellín siguió adelante en la cartografía geológica del departamento de Antioquia.

Los trabajos se centraron en el reconocimiento geológico y geoquímico de la región central y occidental ade-

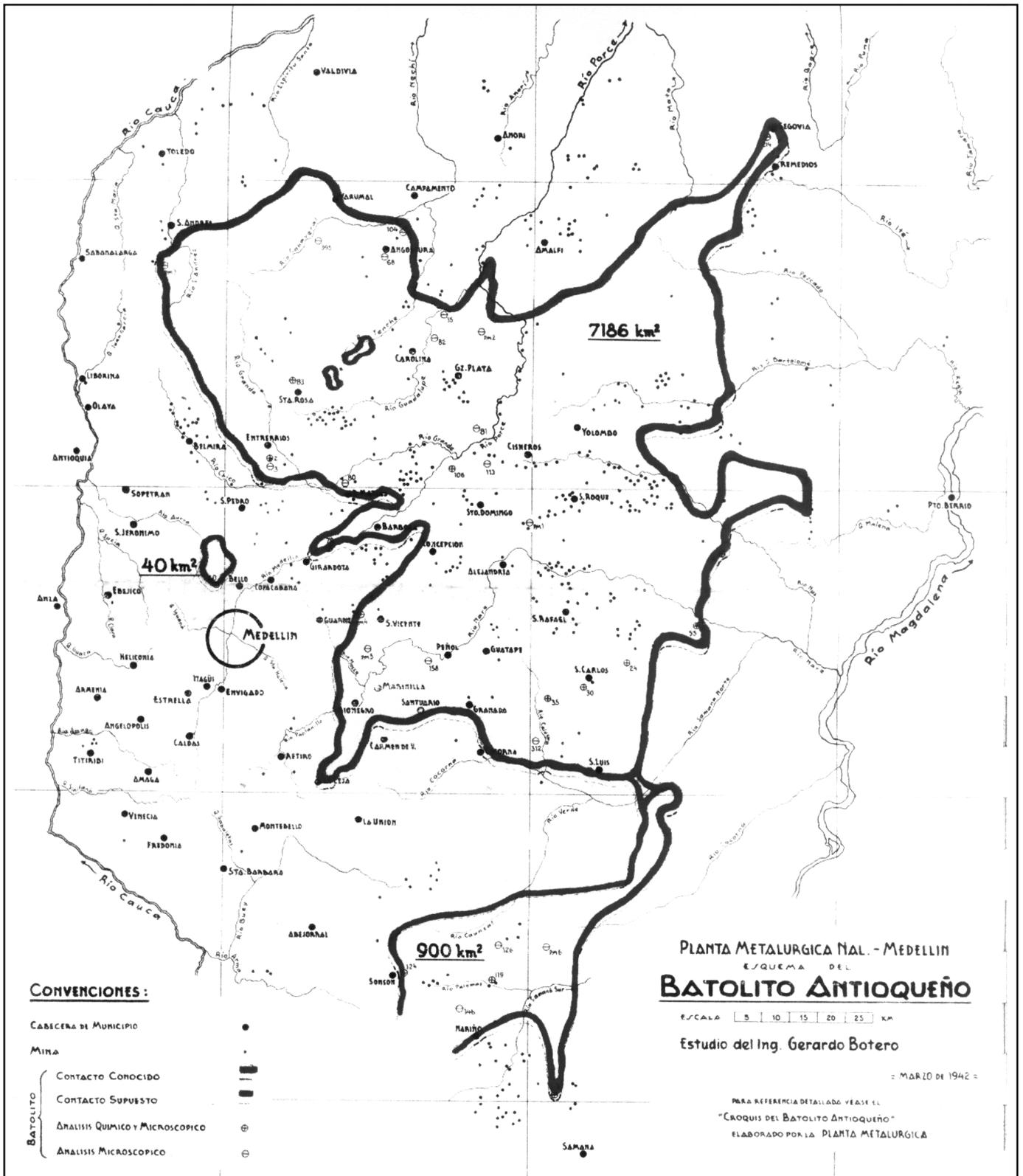


Figura 4. Primer Croquis del Batolito Antioqueño

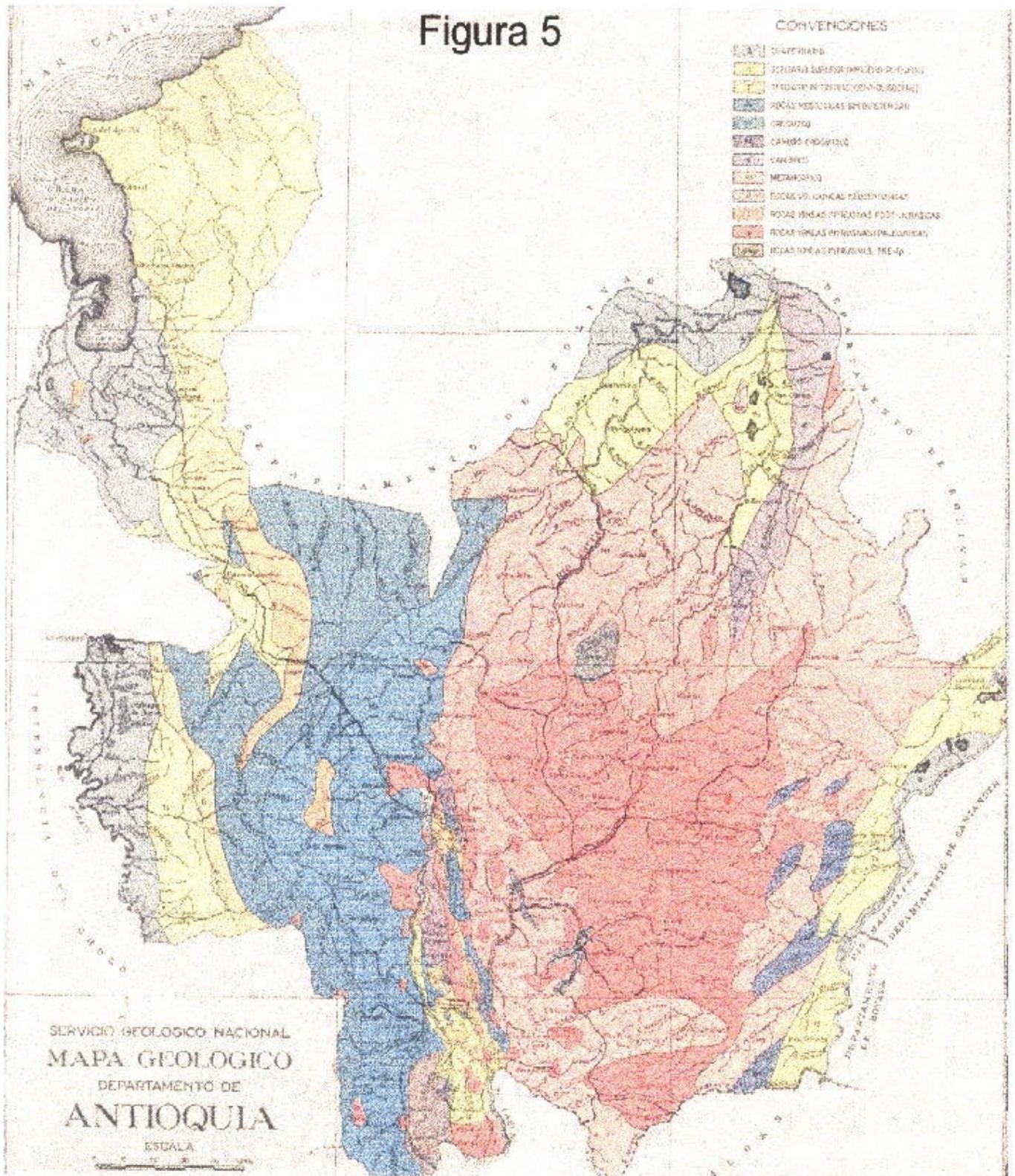


Figura 5. Primer mapa geológico de Antioquia

más del planteamiento de algunos modelos de evolución tectónica para la Cordillera Central y Occidental a partir del conocimiento de las peculiaridades geotectónicas de la parte Norte de dicha cordillera (**Álvarez**, 1971; **Álvarez**, 1983; **Álvarez**, 1985; **Álvarez**, 1989; **Álvarez & González**, 1978; **González**, 1976., **González, Agudelo & Calle**, 1980b; **Calle & González**, 1980^a; **Calle & González**, 1980b; **Calle et al**, 1980; **Calle, B y Salinas, R.**, 1986; **Calle, B & Salinas, R.**, 1991; **Mejía et al**, 1983^a; **Mejía et al**, 1983b; **Mejía**, 1984; **Parra**, 1983).

En 1979 se publicó el mapa del departamento de Antioquia a escala 1:500.000 (**Kassen et al.**, 1979). También debe mencionarse el trabajo colectivo emprendido por el Ingeominas con la asesoría del USGS consistente en la revisión de la interpretación tectónica del país (**Etayo et al.**, 1983).

A finales de los años 80 se llevó a cabo un proyecto conjunto entre el Servicio Geológico de la República Federal Alemana y el Ingeominas-Regional Medellín para la cartografía de la parte norte de la Cordillera Occidental, con la intención de buscar prospectos de depósitos minerales importantes.

El resultado fue la publicación de varios informes explicativos y un mapa geológico de esta región antioqueña (**Hoppe. & Schmidt-Thomé**, 1990; **Schmidt-Thomé & Feldhaus**, **Salazar & Muñoz**, 1992; **Salazar, et al.**, 1991).

Durante la década de 1990 se continuó el trabajo cartográfico en las zonas menos conocidas del departamento debido a su difícil acceso, por lo que se utilizan las técnicas modernas de sensores remotos con algunos controles de campo para completar lo que se desconocía de dichas zonas (especialmente la región Pacífica, el Urabá, **Cossio**, 1994; **Cossio**, 1995; y otras regiones: **Zapata & Cossio**, 1993).

Finalmente, la compilación y ordenamiento de todos los informes e investigaciones realizados hasta 1995 se lleva a cabo con la publicación del Mapa Geológico de Antioquia con su memoria explicativa (**INGEOMINAS**, 1997; **González**, 1996).

La Facultad de Minas

La influencia del Inventario Nacional no se restringió a las actividades geológicas sistemáticas del Gobierno Nacional sino que también se proyectó en la enseñanza de geología de Colombia, el Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional en Bogotá y la Facultad de Minas en Medellín. Particularmente en Antioquia permitió la continua retroalimentación de información

geológica entre la Regional Medellín y la Facultad de Minas por medio de la vinculación de estudiantes y egresados en nuevos proyectos de cartografía y de elaboración de tesis de grado bajo el amparo del INGEOMINAS.

Sin embargo, la contribución principal de la academia durante las décadas de 1970 y 1980 fue la organización y ejecución de investigaciones básicas relacionadas con el conocimiento petrográfico y petrogenético así como la historia tectónica del armazón geológico de las cordilleras del Departamento (**Restrepo, J.J.**, 1986; **Restrepo, J.J. y Toussaint, J.F.**, 1984; **Restrepo, J.J. y Toussaint**, 1988; 1989; **Toussaint, J.E. y Restrepo, J.**, 1976; 1989).

La creación de otras escuelas de geología en Medellín (Escuela de Ingeniería de Antioquia, 1982; Universidad EAFIT, 1983; Universidad Nacional, Facultad de Ciencias, 1984) también ha permitido acrecentar el conocimiento geológico del departamento de Antioquia, pero el análisis de esas contribuciones sobrepasa los alcances del presente trabajo.

Conclusiones

La tradición minera de Antioquia durante la Colonia hubiera hecho esperar una mayor actividad de cartografía o por lo menos de prospección durante el siglo XIX. Tal vez en las numerosas guerras civiles esté la respuesta. La Comisión Corográfica sólo fue una respuesta parcial e incompleta a la necesidad de conocer el territorio nacional y sus recursos.

La Comisión Científica Nacional no realizó cartografía sistemática, aunque en esa época ya existía, por lo menos para el departamento de Antioquia, el mapa de la Oficina de Longitudes. Los trabajos de Scheibe no pasan de lo que se podría considerar como un reconocimiento geológico.

El carácter técnico de las decisiones que tomó la Asamblea Departamental en la Ordenanza 16 de 1918 da a entender que en la elaboración de ese documento participaron personas que tenían muy buen conocimiento acerca de la importancia de la cartografía geológica así como de la actividad de la recién creada Comisión Científica Nacional. Valdría la pena revisar la lista de los integrantes de dicha Asamblea para la época. Puede ser coincidental que el período de 1917 a 1919, Alejandro López, ingeniero de la Escuela de Minas, muy activo defensor del Ferrocarril de Antioquia, que fue elegido diputado entre 1911 y 1920 no estuviera en la Asamblea. De cualquier manera esa decisión enaltece las actividades de la Asamblea Departamental de esa época.

Cabe sin embargo preguntar por qué prefirieron los responsables (la junta del mapa) que el trabajo fuera realizado por un extranjero, ya que aparte del trabajo topográfico no hubo ninguna participación de ingenieros locales. La estatura científica de Grosse permite sospechar que hubiera perfectamente podido entrenar a varios ingenieros colombianos para que siguieran la labor cartográfica del departamento, pero eso no ocurrió y no volvió a haber levantamientos geológicos regionales hasta que G. Botero logró a principios de 1960 convencer a la administración departamental de la necesidad de financiar (seguramente en forma muy económica) la continuación del proyecto de 1918.

A partir de la creación del Inventario Minero la actividad cartográfica volvió a quedar en manos del estado central. La creación de una Secretaría de Minas y Energía en Antioquia en la década de 1980 no modificó sustancialmente esa tendencia.

A pesar de la tendencia generalizada en la Colombia actual de centralizar las actividades del Estado y de disminuirlas drásticamente, a pesar de una situación de orden público más difícil que nunca, ¿no valdría la pena, a la luz de leyes como la del Medio Ambiente, pensar que nuevamente las regiones deben asumir la responsabilidad de un mayor conocimiento de su entorno natural (recursos naturales renovables y no renovables, restricciones al uso de la tierra, riesgos y amenazas naturales) a una escala acorde con sus necesidades sociales y económicas y con un uso decisivo de los recursos técnicos que se han generado durante las últimas décadas? La alianza con las universidades regionales sería -como en el pasado- una magnífica manera de preparar futuros investigadores realizando una tarea indispensable para el futuro.

Bibliografía

- Aguirre, R.**, 1948. Contraloría General de la República. Dirección de Publicaciones. Antioquia. Estudio geográfico, económico y social, p. 11 a 13, mapa.
- Alvarado, B., Palau, C. & Paba, F.**, 1940a. Informe sobre los yacimientos de asbesto de Nodrizal, Antioquia Boletín Minas y Petróleos, año 1939, Nos. 121-144, pp.37-49. Minería año 1941, Nos. 103-104, pp. 8625-8634.
- _____, 1940b. Informe sobre el yacimiento de hierro de Morro Pelón, municipio de Campamento, Antioquia. Boletín de Minas y Petróleos, años 1939-1940, Nos. 121-144, pp. 61-64.
- _____, 1940c. Informe sobre el yacimiento de mármol de Nare, Dep. de Antioquia. Boletín de Minas y Petróleos, años 1939-1940, Nos. 121-144, pp. 51-58.
- Alvarado, B. & Sarmiento, R.**, 1943. Informe geológico sobre la central hidroeléctrica del río Buey, Abejorral, Antioquia. CEGOC, año 1944, 7: 111-129.
- Álvarez, V.** 1988. La Sociedad Colonial, 1580-1720, en Historia de Antioquia, Medellín, pp. 543-67.
- Álvarez, J., Rico, H., Vásquez, H. & Hall, R.**, 1970. Mapa geológico del Cuadrángulo H-8 (Yarumal) y parte del H-7 (Ituango), Escala A 1: 100.000, Ingeominas.
- Álvarez, J.**, 1971. Mapa geológico generalizado y localizado del muestreo geoquímico de la Cordillera Occidental, departamentos de Chocó y Antioquia, Ingeominas, Medellín.
- _____, 1983. Geología de la Cordillera Central y el Occidente Colombiano, y petroquímica de los intrusivos mesozoicos. Boletín Geológico, Ingeominas, 26(2): 1-175.
- _____, 1985. Ofiolitas y evolución tectónica del occidente colombiano. Informe 1988, Ingeominas.
- _____, 1989. Mapa metalogénico de las fojas ofiolitas de la zona occidental de Colombia. Boletín Geológico, Ingeominas, 30(2): 5-23.
- Álvarez, E. & González, H.**, 1978. Geología y geoquímica del Cuadrángulo I-7 (Urao). Informe 1761, 347p., mapa Escala 1: 100.000. Ingeominas, Medellín. Asamblea Departamental de Antioquia, 1918, Ordenanza 16, Archivo Histórico Departamental, Medellín.
- Barrero, D., Álvarez, J. & Kassen, T.**, 1969. Actividad ígnea y tectónica de la Cordillera Central de Colombia durante el Mesozoico, Boletín Geológico, Ingeominas, 18 (I-3): 145-173.
- Botero, G.**, 1937. Bosquejo de paleontología colombiana, 2ª Ed. Bogotá, Imprenta Nacional, Suplemento de la "Revista de Indias" No. 3.
- _____, 1940a. El Ordoviciano en Antioquia, Revista DYNA. Julio/Agosto 1940.
- _____, 1940b. Sobre el Ordoviciano de Antioquia, Proceedings of Eight American Science Congress, Washington, 4: 19-25.
- _____, 1941a. Croquis Geológico de Antioquia Revista Minería 19(111-112): 9080 y 9081, sin escala. Dibujante: Luis Montoya.
- _____, 1941b. Formaciones geológicas de Antioquia. Revista Minería 19(111-112): 9080-9087.
- _____, 1942a. Conferencia "Geología de Antioquia". El Pueblo Antioqueño; Imprenta Universidad de Antioquia, pp. 165-169, Medellín.
- _____, 1942b. Contribución al conocimiento de la petrografía del Batolito Antioqueño. Revista Minería, 20(115-117): 1318-1330.
- _____, 1963. Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia. Anales Facultad de Minas No. 57, 111p.
- _____, 1978. Apuntes para una historia de las investigaciones geológicas en Colombia en: Ciencia y tecnología en Colombia, Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura, pp. 147-180.
- Botero, G. & Garcés, H.**, 1934. Informe geológico del camino Bolívar-Quibdó, Minería. DYNA, Año II, septiembre de 1934, 9: 332-337.
- Botero, G & Río, H.**, 1965. Mapa geológico del Cuadrángulo I-8 (Medellín), escala 1:200.000 Facultad de Minas.

- Botero R., G.**, 1940. Petrographic study and possibilities for ornamental uses of samples from the Antioquian Batholith, Colombia, S.A. U. of Minnesota, Dep of Geology Informe S.G.N. No. 351.
- , 1943a. Yacimientos de manganeso, quebrada La Loma, municipio de Santa Bárbara, Antioquia. CECOC, año 1945, Tomo VI: 307-319.
- , 1943b. Yacimiento de cromo "El Carmelo", municipio de Envigado, Antioquia. CEGOC, año 1945, Tomo VI: 321-334.
- , 1943c. Algunos apuntes sobre la mina «El Zancudo» y sus posibilidades como fuente de abastecimiento de minerales de arsénico y antimonio, departamento de Antioquia. CEGOC, año 1945, Tomo VI: 383-396.
- Boussingault, J.B.**, 1903. Mémoires (5 tomes) París, Typographie Chamerot & Renouard. (Primera traducción: Banco de la República, Bogotá (Segunda traducción: Segunda Expedición Botánica, Bogotá).
- Boussingault, J.B.**, 1945. La minería en la provincia de Antioquia (1833) DYNA, Año 12, **54**: 8-13 (traducción del Ing. G. Trujillo).
- , 1946. La minería en la provincia de Antioquia (1833) Dyna, año 13, **56**: 16-23 (traducción del Ing. G. Trujillo).
- , 1947. La minería en la provincia de Antioquia (1833) Dyna, año 14, **58**: 76-78 (traducción del Ing. G. Trujillo).
- Butler, Jr., J.W.**, 1942. Geology of the Honda District, Colombia Bull Am. Assoc. Petroleum Geologists, **26**: 793-837.
- Bürgli, H & Radelli, L.**, 1962. Nuevas localidades fosilíferas en la Cordillera Central Geol. Col No. 3: 133-138.
- Calle, B. & González, H.**, 1980a. Geología y geoquímica de la Plancha 166 (Jericó) Ingeominas, Informe 1822, 232p.
- , 1980b. Geología y geoquímica de la Plancha 186 (Río Sucio) Ingeominas, Informe 1878, 173p.
- Calle, B., González, H., de la Peña, R., Escorce, B. & Durango, J.**, 1980. Mapa preliminar de la Plancha 166 (Jericó) Ingeominas Escala 1:100.000.
- Calle, B. & Salinas, R.**, 1986. Geología y geoquímica de la Plancha 165 (El Carmen de Atrato), Informe 1987, Ingeominas 140p.
- , 1991. Mapa geológico de la Plancha 165 (El Carmen de Atrato) Escala 1:100.000, Ingeominas.
- Cossio, U.**, 1994. Mapa geológico y ocurrencias minerales del departamento de Chocó, Escala 1:400.000. Ingeominas.
- , 1995. Interpretación geológica de imágenes de radar de la región de Urabá, Ingeominas, Medellín (Inédito).
- Degenhardt, C.**, 1839. Über die Saltquellen des nörd. Teils der Prov. Antioquia und die Gebirg sformation der Umgegend von Medellín im Freistaate von Neu-Granada Karstens Archiv. f. Min. Geol. Bergbau n. Hüttenkunde, **12**: 3-13.
- De Greiff, C. S.**, 1857. Mapa de la provincia de Antioquia en la República de Nueva Granada, trazado de acuerdo con los más modernos reconocimientos por C.S. de Greiff. Gravado por Alexis Odgiazzi. Gravador del Depósito de la Guerra, París 14 rue Chanoinesse.
- Espinosa, A.**, 1984. Historia de las investigaciones geológicas en Colombia: notas a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Ciencias, técnica y desarrollo, Bogotá, **8**(1-4): 211-252.
- Espinosa, A.**, 1994. Un naturalista desconocido, el General Joaquín Acosta (1800-1852). Revista Acad. Colom. de Cienc., **19**(73): 287-291.
- Estrada, A.**, 1972. Geology and plate tectonic history of the Colombian Andes, MSc Thesis, Stanford University, 88p.
- Etayo, F., Barrero, D., Lozano, H., Espinosa, A., González, H., Orrego, A., Ballesteros, I., Forero, H., Ramírez, C., Zambrano, F., Duque, H., Vargas, R., Núñez, A., Álvarez, J., Ropain, C., Cardoso, E., Galvis, N., Sarmiento, L. y participan del USGS.**, 1983. Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia, Publicación Especial de Ingeominas No. 14-1,
- Feininger, T & Gómez, H.**, 1968. La Caverna del NUS, Dep de Antioquia Bol. Geol, **16**(1-3): 97-111.
- Feininger, T.**, 1970. Palestina fault , Colombia Bull Geol Soc. Am. **81**: 1201-1216.
- Feininger, T., Barrero, D, Castro, N., Ramírez, O., Lozano, H & Vega, J.**, 1970. Mapa Geológico del Oriente de Antioquia (Hojas I y II) Cuadrángulo I-9 y parte de los Cuadrángulos H-9, H-10, J-9 y J-10 Ingeominas, Bogotá.
- Feininger, T., Barrero, D & Castro, N.**, 1972. Geología de Antioquia y Caldas (Sub zona IB) Boletín Geológico Ingeominas. **20**(2): 1-173.
- García, J.C.**, 1937. Historia de la Escuela Nacional de Minas. Anales, Escuela Nacional de Minas, No. 42.
- González, H.**, 1976. Geología del Cuadrángulo J-8 (Sonsón) Informe 1704, Ingeominas, 421p.
- , 1980. Geología de las Planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salaminas) del mapa geológico de Colombia, **23**(1): 174p.
- González, H., Agudelo, S. & Calle, B.**, 1980a. Mapa geológico de la Plancha 187 (Salamina) 1:100.000 Ingeominas, Bogotá.
- , 1980b. Mapa geológico de la plancha 187 (Salamina) 1:10.00 Ingeominas, Bogotá.
- González, H.**, 1996. Mapa Geológico del departamento de Antioquia. Memoria Explicativa. Ingeominas.
- Grosse, E.**, 1926. Estudio geológico del Terciario Carbonífero de Antioquia. Berlín: D. Reiner.
- , 1996. Mapa geológico del departamento de Antioquia. Memoria explicativa.
- , H., 1997. Geología de la Plancha 106 (Liberia) Escala 1:100.000, Ingeominas, Bogotá.
- Hall, R.B, Feininger, T., Barrero, D., Río, H & Álvarez, J.**, 1971. Recursos minerales de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas. Bol. Geol. **18**(2), T. II,
- Hall, R., Álvarez, J. & Rico, H.**, 1972. Geología de los departamentos de Antioquia y Caldas (Sub zona I-A). Boletín Geológico Ingeominas, **20**(1): 1-85.
- Hermano Daniel, FSC**, 1948. Nociones de Geología y Prehistoria de Colombia. Tipografía Bedout, Medellín, 360p.

- Hettner, A.**, 1892. Die Kordillere von Bogotá In Peterm. Mitteil. No 104, 131p. Traducido por E. Guhl, 1966, Ediciones del Banco de la República.
- Hoppe, P. & Schmidt-Thomé, M.**, 1990. Mapa geológico del flanco occidental de la Cordillera Occidental entre los ríos Andágueda y Murindó, Escala 1:200.000 BGR, Hannover.
- Humboldt, A., von**, 1941. Viaje a las regiones equinociales del Nuevo Continente hecho en 1799, 1800, 1801, 1802, 1802, y 1804. Caracas: Escuela Técnica Industrial, 5 volúmenes.
- Hubach, E.**, 1927. Carretera al mar y su puerto, apreciación del trayecto entre Dabeiba y el Golfo de Urabá, departamento de Antioquia. Informe Servicio Geológico Nacional. No. 163.
- Hubach, E.**, 1929. Informe geológico de Urabá. Bogotá. Boletín de Minas y Petróleos, **4**(19-20): 26-136. pp. 26-136.
- Hubach, E.**, 1957. La Obra Geológica de Tulio Ospina. Boletín de Historia y Antigüedades. **44**(507-508-509): 101-106.
- INGEOMINAS**, 1970^a. Mapa Geológico del oriente del departamento de Antioquia (Cuadrángulo I-9 y parte de los Cuadrángulos H-9, H-10, I-9, I-10, J-9 y J-10), planchas I a II del Informe de la Zona IIB.
- INGEOMINAS**, 1970b. Mapa geológico del Cuadrángulo H-8 y H-7, Informe de la zona II-A.
- INGEOMINAS**, 1997. Memoria Mapa Geológico, Antioquia.
- Inventario Minero**, 1965. Mapa de la Plancha I-8.
- Kassem, T., Álvarez, J. & Arango, J., González, H. & Vesga, J.**, 1979. Mapa geológico de Antioquia, escala 1:500.000. Ingeominas, Bogotá.
- Liégeois, P.G.**, 1958. Structure et morphologie de le Cordillère Centrale des Andes Bull. Soc. Belge Géologie, **67**(3): 529-569.
- Mapa del Informe 628**
- Mejía, M., Álvarez, E. & González, H.**, 1983a. Mapa geológico preliminar de la Plancha 130 (Santafé de Antioquia) Escala 1:100.000, Ingeominas.
- , 1983b. Mapa geológico preliminar de la Plancha 146 (Medellín Occidental) Escala 1:100.000, Ingeominas.
- Mesa, R., Palacio, G y Hernández, G.** 1935. Mapa del departamento de Antioquia, elaborado por Rafael Mesa, Guillermo Palacio y Gabriel Hernández, Ingenieros Civiles.
- Mejía, M.**, 1984. Geología y geoquímica de las planchas. 130 (Santafé de Antioquia) y 146 (Medellín Occidental). Informe 1950, 376, Medellín.
- Ministerio de Minas y Petróleos**, 1941. Mapa Geológico del departamento de Antioquia Informe No 638, Bogotá, 10p.
- Nyngren, W.**, 1950. Bolívar geosyncline of NW South América Bull. Am. Assoc. Petr. Geol. **34**: 1998-2006.
- Oficina de Longitudes**, 1919. Carta Geográfica del departamento de Antioquia construida con base en un levantamiento astronómico por la Oficina de Longitudes, entidad técnica adscrita al Ministerio de Relaciones Exteriores, Bogotá, República de Colombia.
- Oficina de Longitudes, Ministerio de Relaciones Exteriores**, 1941. Carta geográfica del departamento de Antioquia (2ª edición) escala 1:500.000. Instituto Geográfico de Kummerly & Frey, Berna.
- Ospina, T.**, 1911. Reseña Geológica de Antioquia, Medellín (Segunda Edición: 1939, Tipografía Sansón, Medellín, 128p).
- Parsons, J.J.**, 1949. Antioqueño Colonization in Western Colombia U. of California Press, Berkeley and Los Angeles, 212p.
- Parra E.**, 1983. Geología y geoquímica de la Plancha 223 (El Cairo). Informe 1914, Ingeominas, Bogotá, 138p.
- Peñuela, S.**, 1896. Sobre geología del Retiro y sus riquezas mineras, tesis presentada para admisión como Miembro de Número de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Anales de Ingeniería, **8**(92-93): 183-191.
- Petit-Bois, G.**, 1879. Quelques mots sur la géologie de l'Etat d'Antioquia (Colombie) Annales Société Géologique de Belgique, **7**(11): 159-163.
- Planta Metalúrgica Nacional**, 1942. Esquema del Batolito Antioqueño. Estudio del Ingeniero Bernardo Botero.
- Posada, J. de la C.**, 1913. Notas sobre la formación carbonífera de Amagá. Anales Fac. Minas, Medellín, **13**: 232-237.
- , 1936. Bosquejo Geológico de Antioquia. Anales Escuela Nacional Minas, No. 38, Medellín.
- Reiss, W & Stuebel, A.** 1892-1899. Reisen in Sued-Amerika. Geologische studien in der Republik Colombia: I-II Petrographie, Berlin.
- Restrepo, V.**, 1884. Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia. Anales de Instrucción Pública. (Segunda Edición como Anales de la Facultad de Minas, No. 43, Medellín).
- Restrepo, V.**, 1883. La minería de oro y de plata en Colombia (Quinta Edición, 1979). Medellín, FAES.
- Restrepo, E.**, 1921. Apuntes sobre la formación carbonífera de Amagá. Anales Fac. Minas, Medellín, **5**: 286-288.
- Restrepo, J.J.**, 1986. Metamorfismo en el sector norte de la Cordillera Central de Colombia, Informe Universidad Nacional, 276p.
- Restrepo, J.J. & Toussaint, J.F.**, 1984. Unidades litológicas de los alrededores de Medellín. Primera Conferencia sobre Riesgos Geológicos del Valle de Aburrá, Medellín, Sociedad Colombiana de Geología, Memorias, 26 p.
- Restrepo, J.J. & Toussaint, J. F.**, 1988. Terranes and continental accretion in the Colombian Andes. Episodes, **11**(3): 189-193
- Restrepo, J.J. & Toussaint.**, 1989. Acreciones sucesivas en Colombia : un nuevo modelo de evolución geológica. Memorias, V Congreso Colombiano de Geología, Bucaramanga, Tomo I: 127-146.
- Royo y Gómez, J.**, 1940. Informe preliminar sobre las materias primas para la industria cerámica existentes en el oriente y centro de Antioquia (1949) Boletín de Minas y Petróleos, año 1940, Nos. 121-144, pp. 97-134. Minería, año 1941 (101-102): 8544-8559 Minería, año 1941 (103-104): 8635-8655
- Salazar, G., James, M. & Tistl, M.**, 1991. El complejo Santa Cecilia. La Equis: evolución y creación de un arco magmático en el norte de la Cordillera Occidental. Simposio de Magmatismo Andino y su Marco tectónico, Manizales, Tomo II: 142-160.
- Sarmiento, R.**, 1951. Estudio de carbón en la región de Bajo Cauca, Departamento de Antioquia Bol. Geol. (11-12): 1-26, 1953.

- Scheibe, R.**, 1933. Geología del sur de Antioquia. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, I: 97-167. Servicio Geológico Nacional.
- Servicio Geológico Nacional**, 1960. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia Tomo IX, 587p., Bogotá, Editora Voluntad
- Schenck F. von**, 1953. Viajes por Antioquia en el año 1880. Publicación del Banco de la República. Archivo de la Economía Nacional, mapas. Schmidt- Thomé, M., Feldhaus, I, Salazar, G. & Muñoz, R., 1992. Explicación del mapa geológico a escala 1:250.000 del flanco occidental de la Cordillera Occidental entre los ríos Andágueda y Murindó, departamentos de Antioquia y Chocó, Colombia, Geol Ob. 1378, p. 3-23, Hannover.
- Toussaint, J.F. & Restrepo, J.J.**, 1976. Modelos orogénicos de tectónica de placas de los Andes colombianos. Universidad Nacional, Medellín, 47 p.
- , 1989. Acreciones sucesivas en Colombia: un nuevo modelo de evolución geológica. V Congreso Colombiano de Geología, Bucaramanga, Memorias, Tomo I: 127-196.
- Uribe, A.,M.**, 1885. Geografía de Antioquia (Segunda Edición, anotada por R.L. Jaramillo, Colección autores Antioqueños. Gobernación de Antioquia, 493, p. 2 mapas.
- Uribe A., M.**, 1887. Geografía general del Estado de Antioquia en Colombia (Segunda Edición, 1987). Colección Autores Antioqueños, Vol. II, Gobernación de Antioquia, Medellín, 493p.
- West, R.C.**, 1952. Colonial placer mining in Colombia Louisiana State University Press, Baton Rouge, 157p
- Wokittel, R.**, 1960. Recursos minerales de Colombia. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia Tomo X, Servicio Geológico Nacional.
- Zapata, G. & Cossio, U.**, 1993. Plancha 93 Tarazá. Ingeominas.