

Aporte al Conocimiento de la Geología y la Estratigrafía de la Formación Popayán Departamento del Cauca

María Patricia Torres H. ■

RESUMEN

La Formación Popayán es una formación de relleno que reposa discordantemente sobre rocas del Paleozoico al Terciario y cuyas fuentes se localizan en el sector comprendido entre el páramo de Gabriel López-Uñiñegatuna y el Altiplano de Paletará-Cadena Volcánica de los Coconucos.

Se propone dividir esta formación, de base a techo, en los Miembros Polindara, Sombrerillo, Julumito, Cajibío, Palacé, La Venta y Caldon. El Miembro Polindara está constituido por flujos de lava de composición andesítica; el Miembro Sombrerillo se compone de depósitos de flujos piroclásticos de ceniza y bloques, de color gris, localmente flujos de escombros y epiclastitas; el Miembro Julumito lo constituyen depósitos de flujos de ignimbritas; el Miembro Cajibío está constituido por depósitos de ceniza y pómez; el Miembro Palacé formado por depósitos de flujos de escombros; el Miembro La Venta lo constituyen cenizas de caída y flujos de ceniza y el Miembro Caldon conformado por epiclastitas intercaladas con flujos de ceniza y bloques. El espesor de la Formación Popayán es variable; en las áreas distales, en zonas donde las cenizas cubren directamente las rocas que constituyen el paleorelieve del valle intercordillerano del río Cauca, fluctúa entre 1 m y 2 m; en las áreas próximas a las fuentes, su espesor es hasta de 1200 m.

La edad de la Formación Popayán no está claramente establecida, sin embargo, con base en correlaciones estratigráficas y relaciones de campo, además de algu-

nas dataciones existentes, se asigna al Plioceno-Holoceno. La composición de las rocas y depósitos de esta formación varía desde alcalina feldespática-riolítica hasta calcoalcalina andesítica.

1. INTRODUCCION

El nombre de la Formación Popayán fue dado por E. Grosse en 1930, quien la denominó "Tobas Tuficas de Popayán"; desde entonces ha sido objeto de varias investigaciones en las cuales se han hecho diferentes aportes a su conocimiento.

El propósito de este estudio es el de proporcionar datos cartográficos y descripciones litológicas y estratigráficas de la Formación Popayán y con base en ellos formular una propuesta estratigráfica para la unidad, avanzando, de esta manera, en el conocimiento de los depósitos piroclásticos cenozoicos del SW Colombiano, y al mismo tiempo, aportar elementos para tratar de ubicar sus fuentes en la cordillera Central.

La investigación hace parte del programa de cartografía de las rocas del Cenozoico Tardío, emprendido, en el año de 1991, por el Instituto Nacional de Investigaciones en Geociencia, Minería y Química, INGEOMINAS, en la regional de Popayán.

1.1 LOCALIZACION

El área de trabajo está localizada entre los 3° 08' y 2° 34' de latitud N y los 76° 48' y 76° 23' de longitud W, en el departamento del Cauca, Colombia (Figura 1). Incluye parte del valle intercordillerano

1.2 METODO DE TRABAJO

Inicialmente se llevó a cabo una recopilación bibliográfica y una foto-interpretación geológica, esta última se realizó sobre fotografías aéreas de escala aproximada 1:32.000 y 1:42.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). La información de la foto-interpretación se trasladó a mapas topográficos, también del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, de escala 1:25000 y 1:100000; pero se presenta a escala 1:400.000.

El mapa fotogeológico se controló en el terreno y posteriormente se realizó el análisis bajo microscopio polarizador de secciones delgadas y bajo lupa binocular de muestra de material no consolidado; finalmente se evaluó la información y se obtuvo un documento final.

2. GEOLOGIA REGIONAL

Desde los tiempos tempranos de la teoría de la tectónica de placas, los Andes de S América han sido citados como el ejemplo típico de zonas de márgenes continentales activas (Wilson, 1989), es así, como los rasgos geológicos y tectónicos del SW Colombiano son el producto de la convergencia entre la placa de Nazca y el bloque andino. Este proceso ha originado de un lado rocas de afinidad oceánica como las básicas y sedimentarias de la cordillera Occidental y del valle del río Cauca y, de otro lado, rocas continentales como las metamórficas de edad Paleozoica que constituyen el basamento de la cordillera Central.

Esto dos ambientes geológicos están separados por el sistema de fallas de Romeral, que se extiende al lo largo del flanco occidental de la cordillera Central. Otro sistema de fallas importante, que afecta las rocas en estudio, es el del Cauca-Patía ubicado en el flanco oriental de la cordillera Occidental (Orrego y

Mosquera, 1989). Además de las fallas regionales de Romeral y de Patía existen fallas de dirección E-W lo que da lugar a una serie de bloques tectónicos que de N a S hacen que alternen depresiones con topografías positivas o levantadas (París y Marín, 1979). James y otros (1986) reportan fallas de dirección N60° W, que igualmente contribuyen a la formación de bloques. La mayoría de las fallas, presentan actividad neotectónica que se manifiesta ampliamente en las rocas y depósitos de la Formación Popayán.

Las rocas y depósitos de la Formación Popayán descansan discordantemente sobre rocas metamórficas del complejo Arquía y sobre rocas volcánicas del complejo Quebradagrande, que constituyen el flanco occidental de la cordillera Central. En el valle intercordillerano del río Cauca suprayacen rocas del complejo Barroso-Amalme y rocas sedimentarias del grupo del Cauca, localmente inyectadas por cuerpos ígneos dacíticos. Se presume que descansan, también, sobre rocas volcano-sedimentarias de la Formación del Galeón.

2.1 COMPLEJO ARQUIA

Inicialmente fue definido y descrito por Grosse (1935) y por Tousaint y Restrepo (1974) como Grupo Arquía, posteriormente Nuñez (1990) recomienda la denominación de Complejo Arquía.

Esta unidad está constituida por un conjunto de anfibolitas y metagabros; otro de esquistos verdes y rocas metasedimentarias y un último conjunto de esquistos cuarzomíceos y cuarcitas (Orrego otros, 1993). Algunos autores afirman que estas rocas son del Cretáceo Inferior (Restrepo y Tousaint, 1975), pero McCourt y otros (1984), las asocian al Paleozoico con base en la edad del Batolito de Santa Bárbara que es de 211 ± 51 m.a. y que intruye las rocas del Complejo Arquía.

2.2 COMPLEJO BARROSO-AMAIME

El nombre Complejo Barroso-Amaime es una denominación informal propuesta recientemente por Orrego y Mosquera (1989), buscando unificar las denominaciones Grupo Diabásico del Cretáceo Superior de Barrero (1979); Formación Amaime de McCourt, (1984); Formación Barroso de Alvarez y González (1978) y Formación Volcánica de Aspden (1984), dadas a esta unidad litológica.

Esta unidad está compuesta por una secuencia de lavas basálticas almohadilladas y piroclástitas básicas con delgadas intercalaciones sedimentarias; su edad es cretácica.

2.3 COMPLEJO QUEBRADAGRANDE

Botero (1963) la denominó Formación Quebradagrande, actualmente se denomina Complejo Quebradagrande por ser una unidad tectono-estratigráfica limitada hacia el W por la Falla Pijao-Silvia y al E por la falla San Jerónimo (Orrego y Mosquera, 1989).

Esta conformada por sedimentitas, capas de flujos basálticos y posiblemente niveles de tobas básicas de edad cretácica (Orrego y París, 1991). Su origen según Nivia (1987) está relacionado con provincias de flujos de basaltos oceánicos.

2.4 GRUPO DEL CAUCA

El Grupo del Cauca fue definido por Hubach (1957) y redefinido por Orrego (1975) quien lo divide en las siguientes formaciones: Chimborazo, Guachinte, Ferreira, Mosquera y Esmita.

En general estas formaciones se componen de conglomerados y areniscas cuarzosas, limolitas, Shale carbonáceos y mantos de carbón, se encuentran bien plegadas formando estructuras anticlinales y sinclinales (James y otros, 1986); afloran en el flanco occidental de la

cordillera Central, en el flanco oriental de la cordillera Occidental y en el valle interandino del Cauca.

2.5 INTRUSIVOS HIPOABISALES DACITICOS Y ANDESITICOS

Estos intrusivos son de edad terciaria y afloran en el valle interandino del Cauca y en el flanco occidental de la cordillera Central. Corresponden a rocas de composición intermedia, con características hipoabisales: dacitas y andesitas que se presentan como pequeños stocks, diques, apófisis y cúpulas asociados a grandes fallas (Torres y otros, 1992).

Con base en dataciones radiométricas se ha comprobado que algunos de estos cuerpos son de edad Mioceno-Tardío y que pueden ser comagmáticos con el vulcanismo Terciario-Cuaternario (Alvarez y González, 1978).

2.6 FORMACION DEL GALEON

La unidad del Galeón fue definida en el valle del Patía por Grosse (1935), posteriormente la redefinió van Der Hammen (1955, en De Porta 1974). La constituyen lavas andesíticas, piroclástitas y rocas volcano-sedimentarias cuyas fuentes son el volcán Sotará y otras estructuras volcánicas ubicadas al S de este.

Litológicamente es similar a la Formación Popayán, por lo cual se ha considerado que constituyen una sola unidad, sin embargo, sus depósitos distales tienen mayor aporte sedimentario que los de la Formación Popayán y sus fuentes posiblemente son diferentes.

3. FORMACION POPAYAN

Sobre la Formación Popayán han sido realizadas diferentes investigaciones en las que se describen las características litológicas de los depósitos que la

constituyen (Figura 2) y se intenta identificar origen y fuentes. Sin embargo la definición estratigráfica de la Formación Popayán reviste cierta complejidad debido a que es una formación de origen mixto. El material volcánico fue retrabajado por los ríos y en parte afectado por la erosión glaciaria originando gran cantidad de rocas volcano-fluvio-lacustres, a lo que se suma la complejidad tectónica del área.

3.1 ANTECEDENTES

En los trabajos sobre la Formación Popayán se han descrito sus características litológicas y se ha querido identificar origen y fuentes (Figura 2). Inicialmente Grosse (1935) denominó a casi todos los depósitos volcánicos, que ocupan la vasta altiplanicie de Popayán Capas Tuficas de Popayán.

"Piso de Popayán", fue la denominación dada por Hubach y Alvarado (1932) a las rocas y depósitos ubicados en la región de Popayán.

Alvarado y Hubach (1934) reconocen que el "Piso de Popayán", está compuesto por material volcánico esencialmente andesítico, cerca de los actuales centros volcánicos de la cordillera Central y en las partes alejadas de los focos volcánicos su composición es de sedimentos comunes de grano fino a conglomerático. Definiendo de esta manera, la existencia de depósitos proximales y distales.

Posteriormente Hubach (1957) le da el nombre de Formación de Popayán y la divide en dos miembros: el superior con un espesor de 0 a 100 m constituido por gredas pardas derivadas de la meteorización de cenizas finas y el inferior con un espesor hasta de 500 m, con cenizas, aglomerados, conglomerados y bloques con un banco de lava andesíticas al S y al N de Popayán.

(Orrego, 1975; Orrego y otros, 1976), hacen una diferenciación litológica de la Formación Popayán y aseguran que está compuesta por lavas andesíticas y por

conglomerados, areniscas líticas, aglomerados, areniscas volcánicas y tobas.

Schmit (1983) realiza los primeros estudios petrológicos de las ignimbritas y lavas de la Formación Popayán y define la existencia de feldespatos de potasio. James y otros (1986), dividen los depósitos localizados en alrededores de la ciudad de Popayán en cinco conjuntos que correlacionan litológicamente con las rocas de la Formación Popayán.

Posteriormente Orrego y otros, (1992), cartografían varios conjuntos en cercanías de la ciudad de Popayán y también los relacionan con las rocas de la Formación Popayán.

Investigaciones arqueológicas en depósitos de la Formación Popayán, entre las que figuran las de Méndez (1985) y Gnecco e Illera (1988, 1989) entre otras, han aportado elementos para la definición de su edad.

3.2 NOMBRE Y PROPÓSITO DE LA DESIGNACIÓN

Los depósitos y rocas de la Formación Popayán, ubicados en esta ciudad y en sus alrededores, con edades entre el Miceno Superior y el Cuaternario han sido nombradas en forma diferente: Capas Tuficas de Popayán, Piso de Popayán y Formación de Popayán (Grosse, 1935; Alvarado y Hubach, 1932, 1934 y Hubach, 1957); estas designaciones tienen en común el nombre Popayán, porque las descripciones originales fueron hechas en los alrededores de esta ciudad.

Sin embargo en las últimas investigaciones (James y otros, 1983; Orrego y París, 1991) se le denomina Formación Popayán, nombre que ha creado costumbre y por esta razón se recomienda usar la denominación: Formación Popayán.

3.3 CATEGORÍA Y RANGO

La unidad Popayán se ha definido con base en sus características litológicas,

físicas y estratigráficas asignándole una categoría litoestratigráfica con rango de formación que tiene a su vez unidades de rangos menores como son los miembros y los flujos.

3.4 EXTENSION Y FUENTE

Se propone, para efectos de diferenciación, que la Formación Popayán está constituida únicamente por depósitos y rocas cuyas fuentes están localizadas en la cima de la cordillera Central, y pertenecen al vulcanismo terciario-cuaternario localizado entre el altiplano de Paletará, al S hasta el páramo de Gabriel López, al N; muy posiblemente ligado a las eventuales calderas de Paletará y de Gabriel López (Torres y otros, 1992; Torres y otros, 1996). Se considera, entonces, solo los productos que fueron dispersados al W por la cuenca alta del río Cauca y las de los ríos Palacé, Piendamó, y Ovejas. Los productos de este vulcanismo ubicados al este de las anteriores calderas corresponden a la denominada Formación Guacacallo.

Llevando en consideración el criterio de la fuente, para definir la extensión de la Formación Popayán se propone la divisoria de aguas Cauca- Magdalena como límite al E; el piedemonte de la cordillera Occidental límite al W, al S la divisoria de aguas Cauca-Patía, denominada por Grosse, (1935) dintel de El Tambo y al N el dintel de Santander de Quilichao.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y ESPECIFICACIONES DE LOS ESTRATOTIPOS

De acuerdo a las características litológicas y estratigráficas observadas en el trabajo de campo, se propone dividir la Formación Popayán en siete miembros que de base a techo son: Polindara; Sombrerillo, Julumito, Cajibío, Palacé, La Venta y Caldon (Figura 3).

Por su origen, en el que se involucran

demasiadas variables, los depósitos no presentan, como las rocas sedimentarias, continuidad lateral y es común encontrar depósitos de relleno asociados a las diferentes corrientes con contactos discordantes horizontales u oblicuos.

Uno de los factores más importantes en la estratigrafía de la Formación Popayán es la variación litológica entre los materiales próximos a las fuentes y los distantes de ellas. Este aspecto se pudo establecer claramente en la base de la Formación Popayán. Ella está conformada por flujos de lavas del Miembro Polindara, en las zonas proximales; en las zonas distales del S la unidad más importante es el Miembro Julumito que en el área de la ciudad de Popayán descansa sobre una secuencia de depósitos de flujos de ceniza y bloques (Orrego y otros, 1992) que constituyen la base, posiblemente correlacionable con el Miembro Sombrerillo. Al N la unidad más sobresaliente y que constituye la base es el Miembro Sombrerillo.

El techo está constituido por depósitos de ceniza de caída y flujos de ceniza del Miembro La Venta que suprayacen indistintamente todos los otros miembros, a excepción del Miembro Caldon. Los depósitos del Miembro La Venta se hallan cubiertos localmente por los depósitos aluviales más modernos de las corrientes actuales.

El espesor de la Formación Popayán es variable por ser una formación que relleno un paleorelieve. En los sectores donde solo afloran cenizas de caída del Miembro La Venta el espesor varía de 1 m a 2 m; en el valle intercordillerano del río Cauca es alrededor de 600 a 650 m y en la zonas próximas a sus fuentes alcanza hasta los 1200 m.

3.5.1 Miembro Polindara (TPppo)

Este miembro está constituido por flujos de lava andesítica con un espesor total aproximado de 1200 m; hacia el W sus espesores disminuyen y en el valle

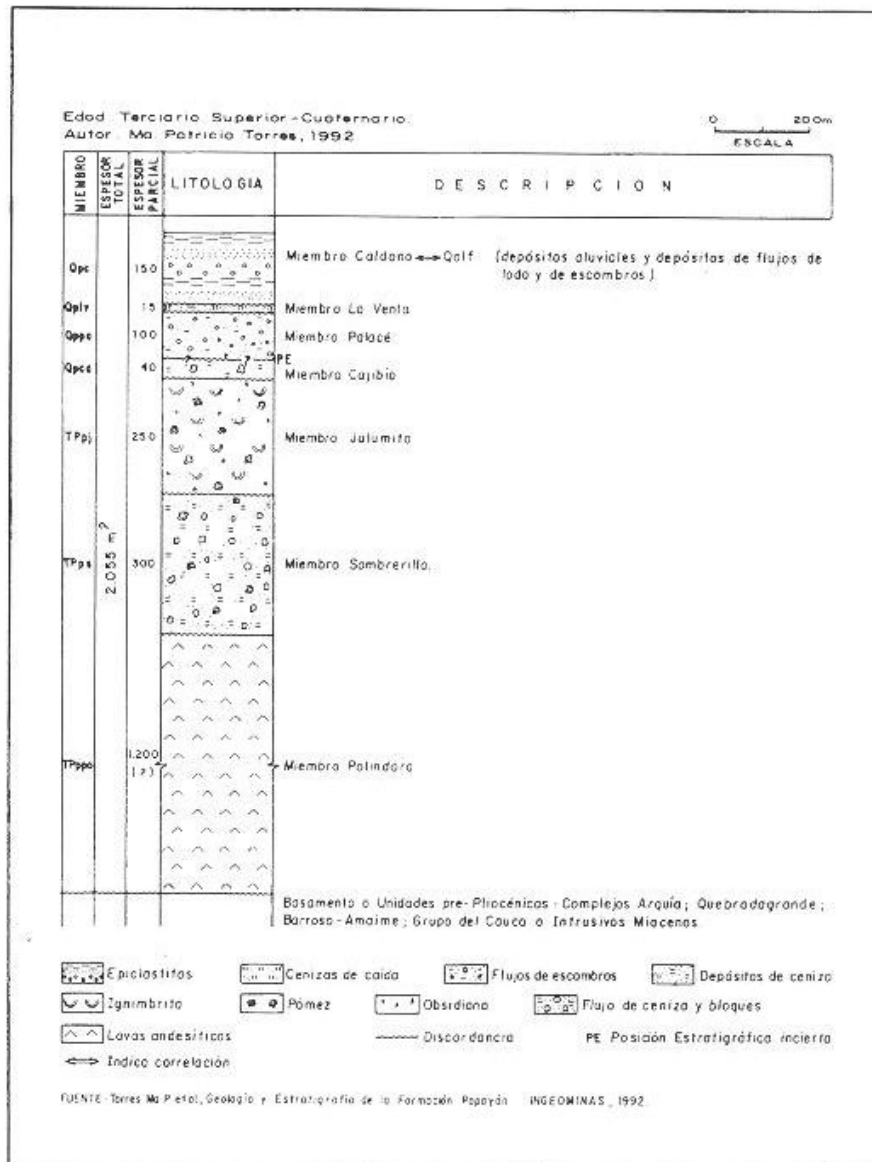


Figura 3 Columna Estratigráfica generalizada de la Formación Popayán.

interandino del río Cauca no afloran, pues se trata de andesitas originadas a partir de lavas viscosas que, solo en algunos casos, sobrepasaron 10 Km de recorrido desde la fuente (Torres y otros, 1992).

El Miembro Polindara descansa discordantemente sobre rocas basálticas del Complejo Amaime-Barroso de edad Cretácea y sobre rocas metamórficas del Paleozoico del Complejo Arquía. En la vía Popayán-Puracé, en alrededores de la cantera Patico, lavas del volcán Puracé están suprayacidas por depósitos de flujos de ceniza y bloque de color gris del Miembro Sombrerillo.

Las lavas de este miembro cubren un área aproximada de 334 Km², se extienden al SE del área de estudio aflorando, entre el S de la población de Pitayó, el NE y SE de las localidades de Silvia, Totoró, Quintana y Portachuelo y en cercanías del cerro Cargachiquito o Uññegatuna (Figura 4) que constituye una estructura volcánica antigua y posiblemente una de las fuentes de los flujos de lavas del Miembro Polindara y de los depósitos del Miembro Sombrerillo.

La sección tipo se observa en la transversa Totoró-Polindara-Portachuelo. En este sector las posibles fuentes se encuentran en un avanzado estado de erosión, y las lavas asociadas presentan un fuerte grado de meteorización. Estos aspectos contribuyen a definir que son las lavas más antiguas del Miembro Polindara que están conformando los cerros Macutao, La Cruz y Millo. Recostados a los flancos de estos cerros se encuentran depósitos de los miembros Sombrerillo y Julumito, que rellenan los valles labrados sobre lavas y dificultan la obtención de buenos afloramientos para levantar una columna estratigráfica tipo.

Las lavas son rocas de color gris oscuro a claro, generalmente con texturas porfiríticas y ocasionalmente afanítica. En las primeras, se destacan fenocristales de hornblenda, plagioclasa y esporádicamente biotita embebidos en una matriz gris afanítica. Localmente hay un

aumento de contenido de hornblenda, pudiendo clasificarse como andesitas hornbléndicas, a veces, orientadas indicando una textura de flujo. Microscópicamente presentan fenocristales de oligoclas, piroxenos (cpx) y hornblenda (Torres y otros, 1992).

Por su distribución las lavas se pueden asociar a estructuras volcánicas de los sectores del páramo de Gabriel López, Polindara y altiplanicie de Paletará. Se infiere que son de edad Plioceno porque están suprayacidas por depósitos del Miembro Sombrerillo que tiene dataciones radiométricas de K/Ar de 4.5 millones de años (Woodward-Clyde Consultants, 1983, en James y otros, 1986).

3.5.2 Miembro Sombrerillo (Tpps)

El Miembro Sombrerillo está constituido principalmente por flujos de ceniza de color gris, localmente con flujos de escombros y niveles de epiclastitas que se extienden desde la margen N del río Palacé hasta el dintel de Santander de Quilichao (alto topográfico constituido por rocas sedimentarias terciarias). Cubren la margen occidental de la cordillera Central donde reposan discordantemente sobre lavas andesíticas del Miembro Polindara, sobre rocas metamórficas Paleozoicas del Complejo Arquía y sobre rocas basálticas de edad cretácea. Estos depósitos avanzaron, igualmente, hasta la margen E del río Cauca donde descansan sobre rocas sedimentarias, terciarias, del Grupo del Cauca. En la planicie de Popayán se encuentran sobre rocas basálticas del cretáceo que constituyen bloques levantados por el sistema de fallas Mosquerillo-La Tetilla (Figura 4). Depósitos de los miembros La Venta, Cajibío, Palacé y Caldon, descansan discordantemente sobre los del Miembro Polindara, en forma inclinada (Torres y otros, 1992).

Su morfología dominante es de colinas de tope plano (mesetas altas) de dirección E-W, con escarpes verticales profundos,

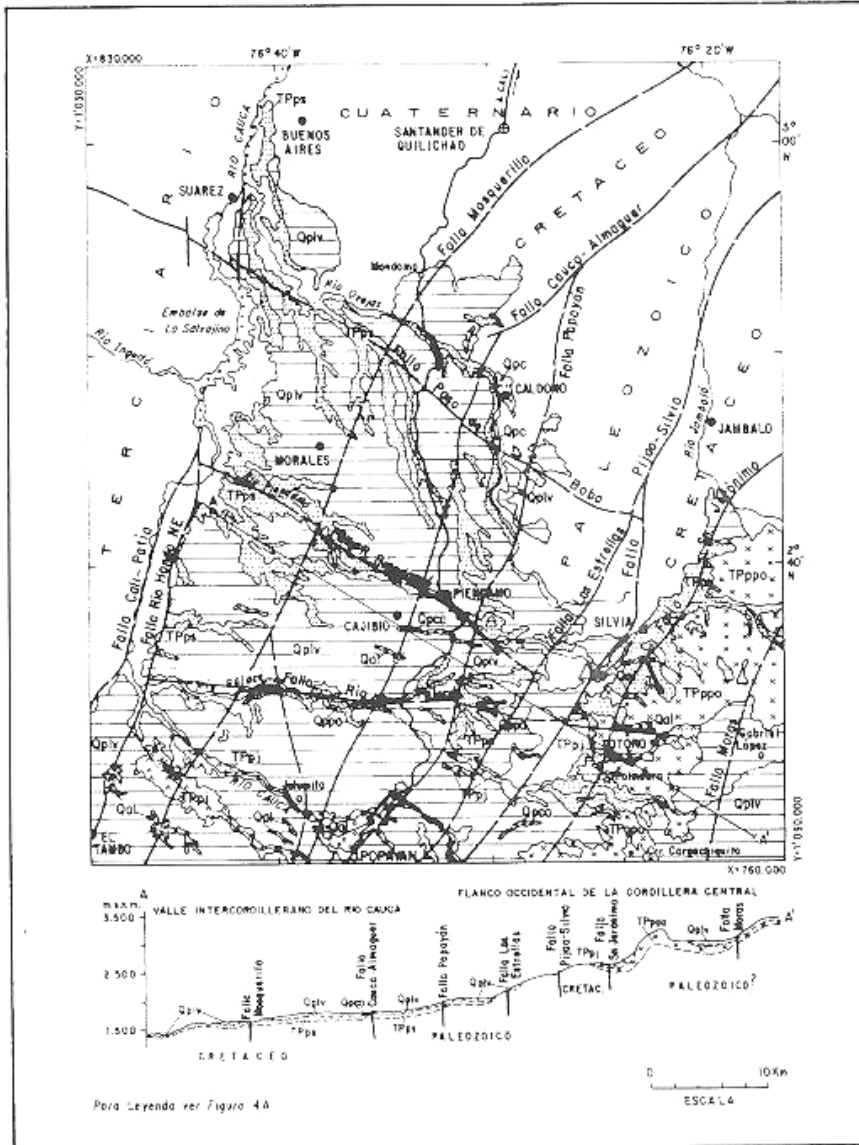


Figura 4 Mapa geológico de la Formación Popayan.

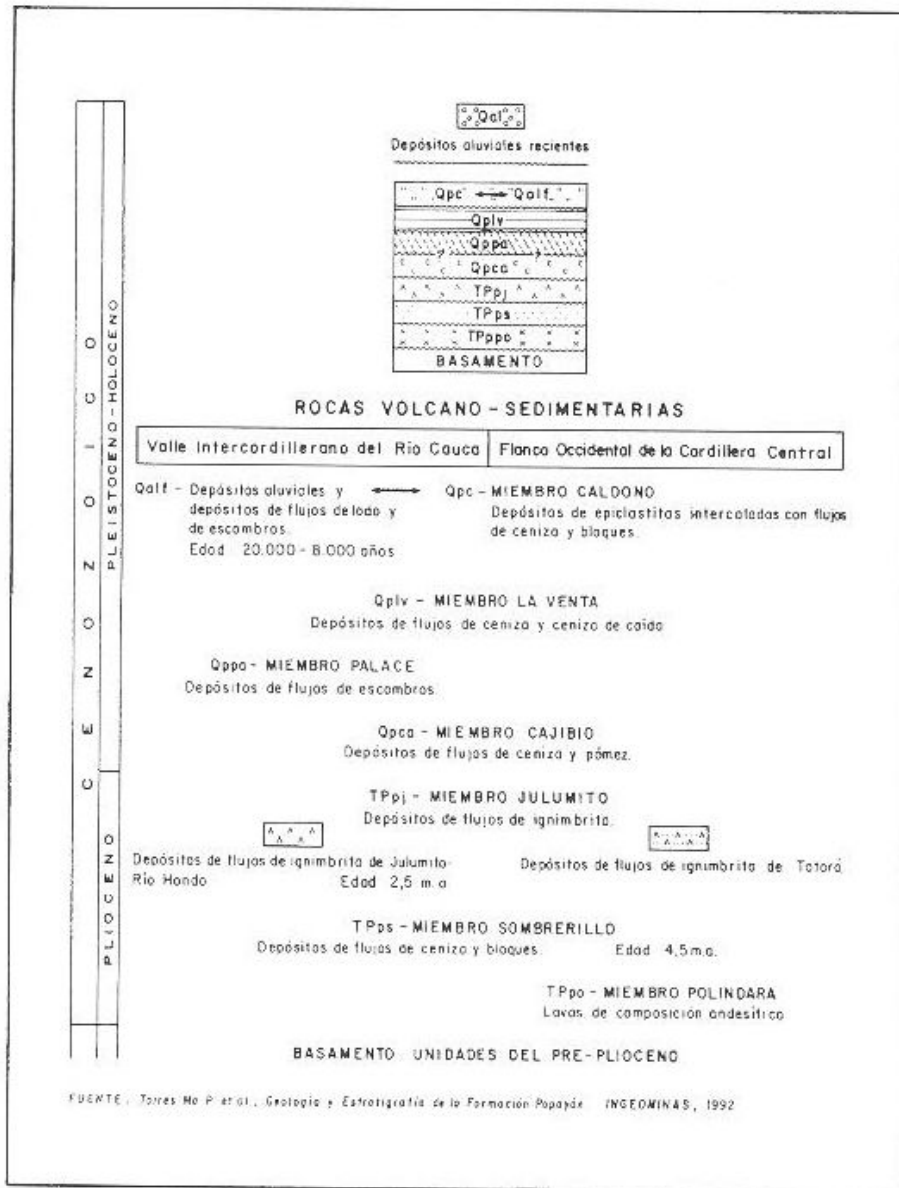


Figura 4A Leyenda Mapa Geológico de la Formación Popayán.

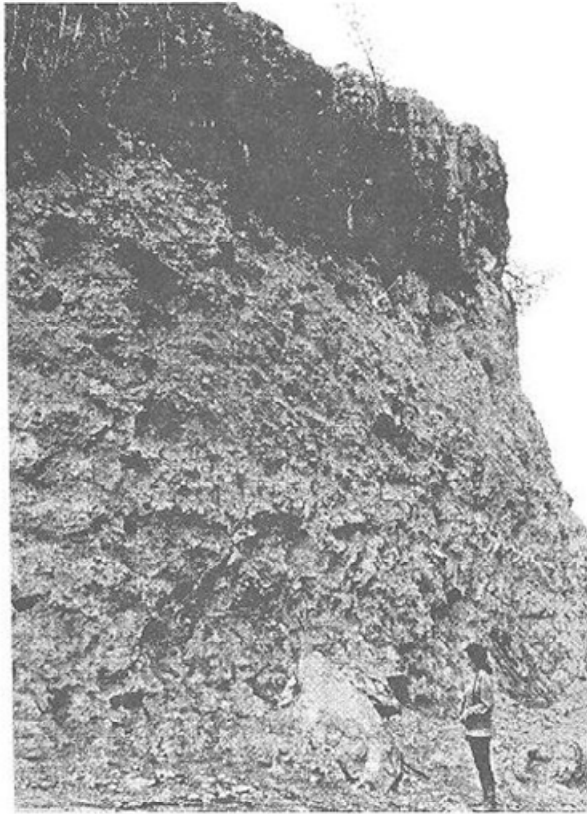


Figura 5 Depósito de ceniza y bloques del Miembro Sombrerillo. Posee líticos andesíticos de diferente tamaño. Via Tania-Usenda.

donde los procesos de erosión son fuertes y dejan al descubierto afloramientos de sucesiones de por lo menos dos unidades de flujos de ceniza y bloques.

Los depósitos de flujos de ceniza y bloques son de color gris, mal seleccionados con fragmentos líticos de forma angular a subredondeada y diámetros que varían desde algunos centímetros hasta el orden métrico (Figura 5). El material juvenil de los depósitos lo constituyen andesitas porfíricas, y en menor cantidad, pómez y obsidiana; los fragmentos líticos accidentales son basaltos y rocas metamórficas y la matriz la constituye el mismo material juvenil fragmentado al tamaño de ceniza gruesa. Es frecuente encontrar madera carbo-

nizada dentro de estos depósitos, lo que sumado a las anteriores características, evidencia que son depósitos piroclásticos emplazados a altas temperaturas.

De acuerdo al análisis microscópico, se clasifican como tobas líticas y tobas cristalo-líticas, conformadas principalmente por fenocristales de plagioclasa (oligoclasa), de biotita y hornblenda; también se observa pómez y rocas ígneas y en menor proporción metamórficas. La matriz está compuesta por minerales rotos de plagioclasa, biotita, anfíboles y piroxenos, líticos angulosos y pómez (Torres y otros, 1992).

Es común encontrar en los depósitos de ceniza y bloques de color gris secuencias, de hasta 80 cm de espesor, de sedimentos no consolidados

(epiclastitas) conformados por niveles de arenas, gravas y arcillas. Las arenas tienen buena selección y están constituidas por plagioclasa subredondeada, biotita de color marrón y en ocasiones pómez. Su textura es granular y se encuentran granos de pómez y de plagioclasa con diámetros hasta de 1 cm frecuentemente se observa estratificación cruzada y gradación normal. Las arenas gruesas tienen líticos andesíticos subredondeados y los niveles de gravas los componen fragmentos, redondeados a subredondeados, de andesitas porfíricas dispuestas caóticamente. Los fragmentos alcanzan un porcentaje de 60% a 70% con respecto a la matriz y algunos tienen diámetros de hasta 20 cm. Las arcillas

son de color marrón claro, finamente laminadas. Es natural que en esta secuencias los diferentes niveles se acuñen. Estas secuencias corresponden a depósitos aluviales de facies de canal y de llanura de inundación.

Afloramientos típicos del Miembro Sombrerillo se observan en la vía que conecta las localidades de Tunía y Usenda, en el camino real que une la vereda Alto de Piendamó con la población de Cajibío, en la cuenca del río La Pedregosa, al W de Piendamó y en los ríos Tunía, Bermejil y Ovejas donde se observan espesores de hasta 350 m. Afloramientos de las secuencias de epiclastitas se aprecian sobre las quebradas Caimital, Santa Helena y Machete y en la cuenca del río Piendamó. La sección tipo de la unidad de depósitos de ceniza y bloques de color gris se encuentra localizada al W de la población de Morales en las quebradas Caimital y Sombrerillo, este último nombre tomado para designar el miembro (Figura 6)

Orrego y otros (1992) describen al E del altiplano de la ciudad de Popayán, en el río Ejido, depósitos de flujos de ceniza y bloque y lahares correlacionables con depósitos del Miembro Sombrerillo.

Los depósitos del Miembro Sombrerillo cubren aproximadamente un área de 1000 Km² y su volumen estimado es de 50, Km³. Generalmente están suprayacidos discordantemente por depósitos del Miembro La Venta.

Existe una única datación de un canto de roca volcánica colectada en el área de Piendamó, en los depósitos del Miembro Sombrerillo que arrojó una edad de 4.5 m. a. (Woodward Clyde Consultants, 1983 en James y otros 1986), supuestamente mas antiguos que los depósitos del Miembro Julumito.

3.5.3. Miembro Julumito (TPpj)

En la literatura geológica se utiliza el termino ignimbrita de diferentes maneras, en ocasiones es usado en sentido

litológico para significar tobas soldadas y en otras, se usa, en sentido genético para referirse al depósito o roca formado por flujos piroclásticos (Fisher y Smincke, 1984). En este trabajo ignimbrita se utiliza para designar las tobas vítreas soldadas de Julumito y de Totoró.

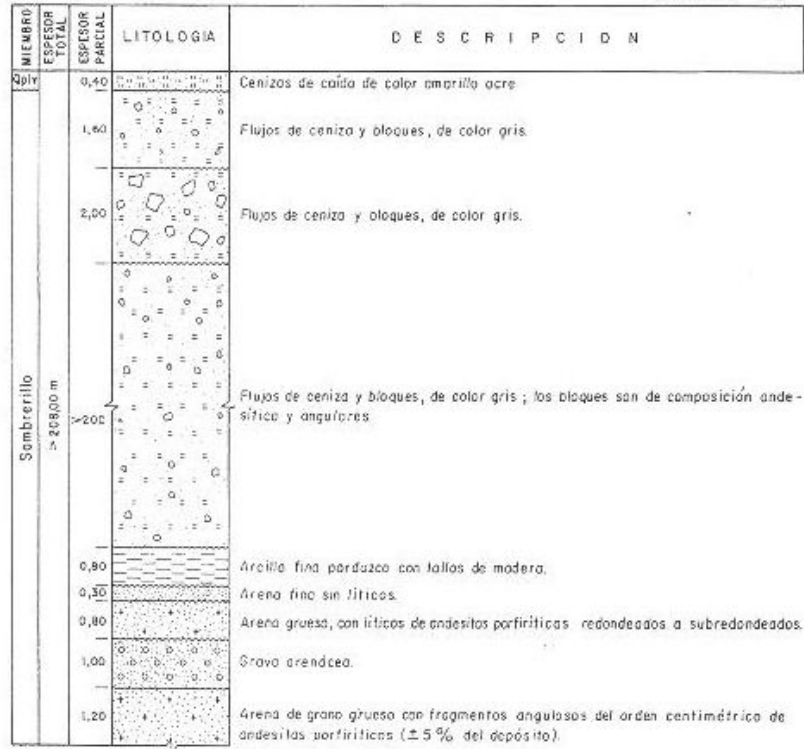
3.5.3.1. Flujos de Ignimbritas de Julumito. En el área de estudio afloran en la cordillera Central, al SE, reposando discordantemente sobre rocas metamórficas del Complejo Arquía; se observan también en la Planicie de Popayán, especialmente en los ríos Cauca, Hondo, Robles y Palacé donde descansan discordantemente en rocas del Complejo Amalme-Barroso y del Grupo del Cauca. Al N se observan sólo hasta el río Molino afluente del río Palacé y al S, afloran, entre la ciudad de Popayán y la localidad de El Tambo. Las mejores secciones se localizan en el cauce del río Hondo, a la altura de la localidad de La Yunga, en las paredes del cañón de Julumito, en el río Cauca; en la quebrada Matarredondo, afluente del río Molino (Club Campestre de la ciudad de Popayán) (Figura 7) y en el puente sobre el río Palacé, en la vías Popayán-El Tambo y Popayán-Totoró. Su cartografía insinúa que sus fuentes se localizan en la planicie de Paletará.

La sección tipo se observa cerca del caserío de Julumito, mas exactamente sobre el cauce del río Cauca, en el tramo comprendido entre la quebrada Hornitos y la localidad de Julumito, donde se aprecian estructuras columnares muy bien definidas y variaciones laterales y verticales representativas (Torres y otros 1992). Una sección suplementaria se observa a lo largo del río Hondo, pudiéndose definir fácilmente la base y el techo de esta unidad, apesar de que los depósitos de ignimbritas, allí, están altamente meteorizados.

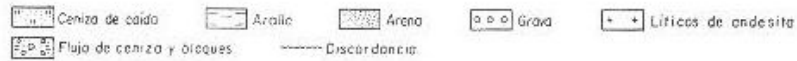
La textura de las ignimbritas es porfirítica; su matriz es de color gris cuando está fresca o con bajo grado de meteorización; rosada mate a blanca en

Edad: Terciario Superior-Cuaternario
 Autor: Edgar Vásquez A., 1992

Plancha: 342-II-B del IGAC
 ESCALA VERTICAL 3m



Opiv - Miembro La Venta



FUENTE: Torres Ma P. et al., Geología y Estratigrafía de la Formación Pooayán. INGEMINAS, 1992.

Figura 6 Columna estratigráfica esquemática del Miembro Sombrecillo. Levantada en la quebrada Caimital Sombrecillo.

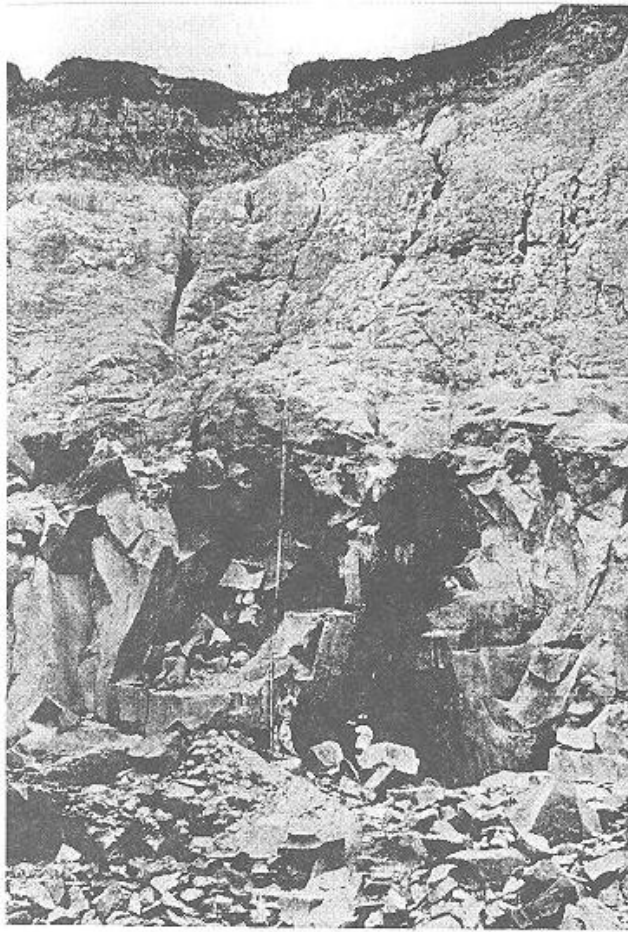


FIGURA 7. De techo a base se observan cenizas de caída, flujos de ceniza (?) y depósitos de flujos de ignimbritas. El espesor es de 30 m. Chorrera del Club Campestre de la ciudad de Popayán

estado medio de meteorización, porque se inicia el proceso de desvitrificación y anaranjada en avanzado estado de meteorización. Congelados en la matriz se observan cristales de feldespato y biotita además fragmentos angulares de rocas de diferente composición, obsidiana y material vesiculado (pómez) aplanado. El porcentaje de estos componentes es variable de un lugar a otro. En la localidad de Julumito, en el puente sobre el río Cauca, se observa, también obsidiana aplanada.

zando hasta 100 m.

Los depósitos de flujos de ignimbritas tienen una extensión de aproximadamente 530 Km² y su volumen es del orden de 27 km³. Constituyen la base de la Formación Popayán en el sector S; sin embargo, (Orrego y otros, 1992), afirman que en los alrededores de la ciudad de Popayán la base la constituyen los depósitos de ceniza y bloques y de lahars del río Ejido, correlacionables con los del Miembro Sombrerillo y suprayacido, a su vez, por los del Miembro Julumito. El

Bajo el microscopio se clasifica como tobas vítreas fenoriotíticas con fenocristales de feldespato potásico (anortoclasa); biotita y cuarzo. Son comunes los fragmentos de pómez subredondeados y los líticos de rocas ígneas, más comúnmente andesitas porfíricas. La matriz está compuesta de vidrio, sobresaliendo esquirlas, frecuentemente con indicios de desvitrificación. En varias muestras las esquirlas de vidrio se presentan aplanadas, definiendo texturas de orientación y efectos de soldamiento (Torres y otros, 1992).

El espesor de este miembro es variable dependiendo del paleorelieve, en el cañón de Julumito es aproximadamente de 60 m y en el puente sobre el río Palacé, en la vía Popayán-Totoró, de 40 m. Hacia el W, en alrededor del área Cauca-Cajete, aumenta alcan-

Miembro Julumito esta en algunas oportunidades suprayacido discordantemente por depositos del Miembro La Venta y, en otras, por depositos de los Miembros Cajibío o Palace.

Existe una datación, por el método K-A de una muestra colectada en la Chorrera del Club Campestre de la ciudad de Popayán, que arroja una edad de 22 ± 0.3 ma, Plioceno

(J.J Wagner, 1990, comunicación personal). Sin embargo, esta única datación no es suficiente para ubicar en el tiempo depósitos que tienen tan amplia cobertura lateral y que se depositaron en un largo periodo de actividad volcánica.

3.5.3.2 Flujo de Ignimbrita de Totoró. Se ubica entre la población de Totoró y la vereda El Cofre, sobre la margen izquierda del río Cofre.

Las ignimbritas de Totoró, composicionalmente son cuarzo latíandesitas; su textura es porfírica con matriz afanítica de color rosado cuando presentan un estado medio de meteorización. Poseen fenocristales de plagioclasa, hornblenda y algo de biotita (Schmitt, 1983). Es común, en algunos afloramientos, confundirlos con lavas, en ocasiones se encuentran altamente hidrotermalizadas. Composicionalmente son diferentes a los flujos de ignimbritas de Julumito, pero su posición estratigráfica es equivalente con la de estos.

Existen, en el área de trabajo, remanentes de afloramientos de flujos de ignimbritas con dimensiones reducidas, para la escala de trabajo, por lo que cartografiarlos es imposible. Entre estos se encuentra un remanente de ignimbrita en el río Piendamó, entre las quebradas Caimital y Santa Helena, que presenta una matriz vítrea gris en la que se encuentran embebidos granos de feldespato y biotita y también fragmentos de pómez y líticos; el Flujo no muestra rasgos de meteorización. Microscópicamente este flujo de ignimbrita, presenta fenocristales de feldespato

potásico (anortoclasa) en cristales rotos, anhedrales y con bordes angulares; piroxeno (cpx), cuarzo y biotita. Se clasificó, al igual que las ignimbritas de Julumito, como una toba soldada fenoriotítica (Torres y otros, 1992).

Un kilómetro al N de Silvia, se observa, sobre la vía que conduce a la población de Jambaló, una ignimbrita que según Schmitt, (1983) es una cuarzo latíandesita.

3.5.4 Miembro Cajibío (Qpca)

Está constituido por flujos de ceniza y pómez, distribuidos en los cauces de los ríos y quebradas, en afloramientos muy escasos y de dimensiones muy reducidas, difícilmente cartografiables a la escala de trabajo. Afloran principalmente en los ríos Piedras, Ovejas y Cajibío, en este último, se localiza la sección tipo; entre la vía panamericana y el municipio de Cajibío.

Los depósitos tienen aspecto granular y color blanco a rosado. Están constituidos por pómez fibrosa, redondeada a subredondeada, en ocasiones angulares, en un porcentaje aproximado de 60% y con un diámetro entre 1 y 10 cm; algunas veces, tienen líticos de rocas metamórficas. La matriz está compuesta de ceniza con cristales de plagioclasa, hornblenda y biotita.

Microscópicamente se clasifican como tobas vítreas o cristalolíticas fenoandesíticas. Presenta fenocristales de plagioclasa y biotita, anfíbol (hornblenda), fragmentos de pómez fibrosa y a veces fragmentos de andesitas. La matriz se compone de cristalitos rotos, líticos y pómez fibrosa, además, se observa una pasta vítrea de grano muy fino (Torres y otros, 1992).

De acuerdo al trabajo de campo se puede concluir que descansan discordantemente en contacto inclinado sobre los depósitos de los Miembro Sombrerillo y Julumito. La posición estratigráfica del Miembro Cajibío con respecto al Miembro

Palacé es incierta, no ha sido posible definirla en el campo. El Miembro Cajibío está suprayacido discordantemente por depósitos del Miembro La Venta.

Los depósitos de ceniza y pómez de varios sectores están relacionados a corrientes menores, es posible que algunos sean de igual edad que los depósitos del Miembro Sombrerillo; además, es probable que estos depósitos estén relacionados a diferentes fuentes y correspondan a distintos eventos.

El espesor de los depósitos de este miembro varía, en la quebrada Santa Teresa es de 20 m, en el río Cajibío es de 30 m y en el puente del río Piendamó es de aproximadamente 40 m (Torres y otros, 1992).

3.5.5 Miembro Palacé (Qppa)

Esta unidad está constituida por depósitos de flujos de escombros, que afloran en los cañones de los ríos y quebradas que les sirvieron de canal de transporte. Los flujos descansan discordantemente, al S, en alrededores de la ciudad de Popayán, sobre los depósitos del Miembro Julumito en los ríos Hondo, Piedras, Robles y Palacé y al N sobre los depósitos del Miembro Sombrerillo, en los cauces de los ríos Ovejas y Piendamó. Descansando discordantemente sobre los depósitos del Miembro Palacé se encuentran depósitos del Miembro La Venta.

Los depósitos de flujos de escombros presentan líticos dispuestos caóticamente con un porcentaje que fluctúa entre 50% y 70%. Su composición es variada, comúnmente son fragmentos y bloques de andesitas, en alta proporción, además, basaltos y en menor cantidad, esquistos. Los cantos son redondeados a subredondeados, con diámetros entre 10 cm y 2 m. La matriz es arcillo-arenosa pasando a areno-arcillosa de colores naranja o gris; en algunos sectores presenta un grado de meteorización mayor que los fragmentos y bloques que contiene. Los mejores

afloramientos de estos depósitos se encuentran en la cuenca del río Palacé, donde su espesor aproximado es de 100 m.

3.5.6 Miembro La Venta (Qplv)

Son depósitos de flujo de ceniza y ceniza de caída que se extienden ampliamente en toda el área de estudio, cubriendo un área aproximada de 1370 Km². El espesor de los depósitos de esta unidad varía considerablemente, en alrededores de la ciudad de Popayán oscila entre 4 y 30 m; en cercanías de la población de Cajibío es de hasta 20 m y al N, a partir de las localidades de Morales y Tunía, disminuye considerablemente alcanzando espesores de 1 m.

La diferenciación entre los depósitos de ceniza de caída y los de flujos de ceniza más recientes, que se agrupan dentro del Miembro La Venta, es difícil y inclusive existe la posibilidad de que parte de estos depósitos correspondan a cenizas coomagmática de los depósitos de ignimbritas de Julumito. Su avanzado estado de meteorización complica su caracterización, pues actualmente se han transformado en un material arcilloso de color amarillo ocre, al S del área, el cual varía a rojo escarlata y naranja intenso, al N.

El material resultante de la meteorización de los depósitos de este miembro tiene textura limo-arenosa y está compuesto por granos milimétricos de minerales de alteración (micas con hábito hexagonal), de color blanco y brillo perlado. Localmente tiene concentraciones diminutas de magnetita de brillo metálico reluciente. Es común encontrar fragmentos rotos de cuarzo bipiramidal que, en algunos sitios, forman acumulaciones importantes, como ocurre en alrededores de la vereda Miraflores.

En los sitios donde es posible diferenciar las cenizas de caída de los depósitos de flujo de ceniza (Figura 8), se observan varias capas de ceniza que

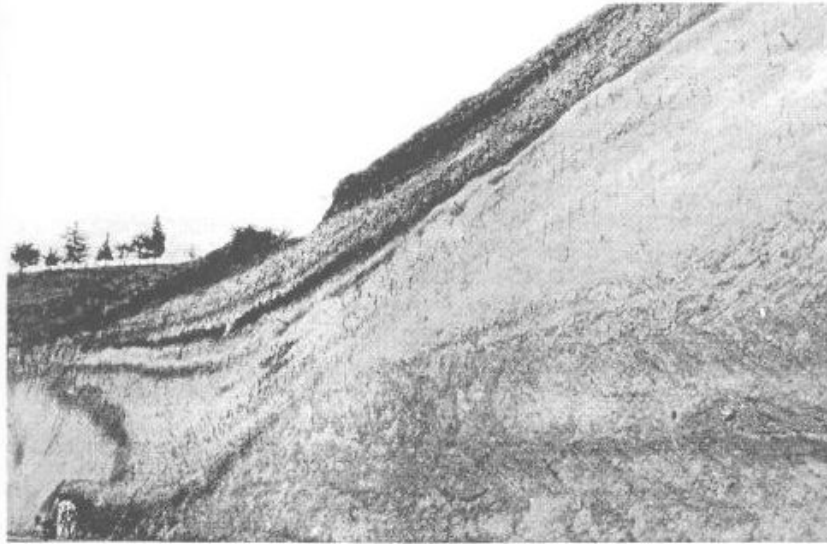


FIGURA 8. Depósitos de ceniza de caída del Miembro La Venta (Qplv) relleno el paleorelieve, Vía Panamericana, a la altura del río Cofre.

corresponden a diferentes emisiones y en ocasiones, hasta paleosuelos intercalados. Las cenizas en estos afloramientos son de color ocre-amarillento y, al igual que los flujos de ceniza, presentan cristales rotos de cuarzo bipiramidal, plagioclasa y biotita.

Es común encontrar afloramientos donde las cenizas de caída y los flujos de ceniza están afectados por fallas normales, que evidencian actividad tectónica cuaternaria. Depósitos de estos se observan en la vía Gabriel López-Totoró, entre Popayán y la población de Totoró y entre Popayán y la población de El Tambo.

Los depósitos del Miembro La Venta se consideran del Cuaternario Superior, estos cubren discordantemente todos los depósitos de la Formación Popayán, excepto los del Miembro Caldon. Sin embargo, es posible que existan, en el Miembro La Venta, cenizas de caída y flujos de ceniza de edad pliocena, aspecto que solo se confirmaría a través de estudios sistemáticos de dataciones geocronológicas (Torres y otros, 1992).

3.5.7 Miembro Caldon (Qpc)

Está constituido por depósitos de epiclastitas intercalados con depósitos de flujos de ceniza y bloques, siendo los primeros los predominantes. En el trabajo el término epiclastita se usa de acuerdo a la definición de Cas y Wright (1987), quien las define como rocas volcánicas que han sido retrabajadas. Estos depósitos ofrecen morfologías aplanadas que semejan terrazas altas, compuestas en su mayoría por capas horizontales de gravas, arenas y arcillas, dispuestos generalmente en niveles de varios metros de espesor. Las capas de gravas están conformadas por fragmentos de andesitas subredondeadas a redondeadas, con buena selección y con un diámetro promedio de 5 cm. Las capas de arena están constituidas por material tamaño arena media, de composición andesítica con gradación y, algunas veces, estratificación cruzada de facies de canal. Localmente se observan capas de arcilla, de color blanco que

ocasionalmente presentan restos de hojas y tallos (Torres y otros 1992).

Entre los niveles de epiclastitas se encuentran depósitos de flujos de ceniza y bloques composicional y texturalmente similares a los del Miembro Sombrerillo. Se diferencian en que el porcentaje de matriz (ceniza) es mayor, en los primeros, alrededor de 70% del volumen total de los depósitos y también por el tamaño de los bloques que es de 10 cm aproximadamente.

Los depósitos de esta unidad descansan discordantemente sobre los del Miembro Sombrerillo, pero en algunos sitios se encuentran discordantemente en contacto inclinado, sobre los depósitos del Miembro Julumito.

El espesor aproximado de estos depósitos es de 150 m. Afloran principalmente en la cuenca del río Ovejas y en alrededores de la localidad de Mondomo. La sección tipo se encuentra en las localidades de Caldon y el Crucero del Rosario. Vale la pena anotar que es común encontrar los depósitos del Miembro Caldon basculados por la actividad de fallas.

Correlacionables litoestratigráficamente con los depósitos del Miembro Caldon son los depósitos de flujos de escombros y lodo de San Isidro y del río Molino, ubicados cerca de la ciudad de Popayán y que fueron descritos y cartografiados por Orrego y otros, (1992). También son correlacionables los depósitos ubicados en la vía Totoró-Gabriel López, antes del puente sobre el río Palacé, entre las veredas Sabaletas, Portachuelo y Corrales, donde se observa depósitos de arcillas de color gris y blanco con laminación fina, originados en llanuras de inundación y lagos (Torres y otros, 1992).

Los depósitos del Miembro Caldon presentan un grado mínimo de disección y muy baja meteorización, por lo que se puede inferir que son los depósitos más recientes de la Formación Popayán; además descansan sobre depósitos del

Plioceno y del Pleistoceno, lo que sugiere que su edad es cuaternaria reciente.

4. ORIGEN, EDAD Y CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS

El vulcanismo joven en el S. de Colombia empezó en el Mioceno Medio (S de la cordillera Central) y está aún activo (Murcia, 1981, 1986, Schmitt, 1983). Los productos de la Formación Popayán provienen de estructuras volcánicas ubicadas en la cordillera Central desde los 2° hasta los 2° 39' 36" de latitud N y cuya actividad se extiende desde el Plioceno hasta el Holoceno. Los grandes volúmenes de depósitos piroclásticos que constituyen esta Formación, permiten concluir que la actividad volcánica en este sector de la cordillera Central está relacionado a estructuras volcánicas caldéricas, cuyos rasgos morfológicos se encuentra en parte erosionados, actualmente, o cubiertos por depósitos recientes. Hoy se distingue fácilmente, en esta faja de la cordillera Central, varios volcanes extintos, como el Uñinegatuna y otros activos como el Puracé y los Coconucos.

De acuerdo a análisis de elementos trazas y tierras raras, los productos de la Formación Popayán se pueden agrupar en dos categorías:

Vulcanismo alcalino feldespático-riolítico, con cantidades de SiO₂ (hasta 77%), K₂O (hasta 4%), Ba (hasta 1720 ppm) y Th (desde 3 hasta 15 ppm). Probablemente se trata de una mezcla de material siálico de la corteza superior, lo cual sería confirmado por la existencia de relictos de cordierita (Schmitt, 1983).

4.2 EDAD DE LA FORMACION POPAYAN

Existen pocas dataciones radiométricas para definir con claridad la edad de la Formación Popayán, realmente sus depósitos pertenecen a un largo periodo de tiempo de intensa actividad volcánica.

Se encuentran depósitos muy variados litológicamente y afectados tectónicamente que dificultan la determinación de su edad; todos los datos apuntan a ubicarla entre el Plioceno y el Pleistoceno.

Hubach (1957), admite que por lo menos la parte superior de la Formación Popayán, por estar muy poco afectada por el orogenismo y presentar depósitos horizontales o levemente inclinados, es del Pleistoceno.

La Woodward and Clyde Consultants (1983) en James y otros, 1986 realizó una datación radiométrica K/Ar, en un canto de ignimbrita colectado en el área de Piendamó, posiblemente en depósitos del Miembro Sombrerillo, la cual reportó una edad de 4.5 millones de años. Igualmente, la ignimbrita del Miembro Julumito, colectada en el Club Campestre de la ciudad de Popayán, arrojó una edad de 2 ± 0.3 millones de años según el profesor J.J. Wagner de la universidad de Ginebra, Suiza (comunicación oral, 1990). También, al N de Popayán, Gnecco e Illera (1989), identificaron un flujo de escombros que descendió de la cordillera Central, hace no menos de 20.000 años, edad determinada de acuerdo a análisis de suelos (Torres y otros, 1992).

Por el método de hidratación se han datado obsidias, colectadas en alrededores de la ciudad de Popayán, en el Flujo de San Isidro, cuyas edades oscilan entre 8.000 y 12.000 años.

Los depósitos de Flujo de escombros denominados de San Isidro del Holoceno, localizados al N de la ciudad de Popayán, sobre los cuales se encuentra ubicada la penitenciaría del mismo nombre, se pueden correlacionar de acuerdo a su posición estratigráfica con los depósitos del Miembro Caldon (Torres y otros, 1992).

También se encuentran depósitos y morfologías glaciares labradas en productos de la Formación Popayán y, a su vez, rocas de esta última sobre los primeros, por lo que se deduce que existen depósitos de la Formación Popayán preglaciares y postglaciares.

4.2 CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS

La gran extensión de los depósitos de la Formación Popayán, 2400 Km², hacen de las correlaciones estratigráficas una tarea difícil, lo que se complica cuando se asocian sus productos a fuentes cercanas entre sí, como las que aquí, se proponen para estos depósitos: el páramo de Gabriel López-Uñiñegatuna y Uñiñegatuna-Altiplanicie de Paletará. Como es de suponer, existen depósitos semejantes textural y composicionalmente, pero no se cuenta con criterios geoquímicos ni con dataciones geocronológicas para definir si son depósitos ampliamente distribuidos y relacionados con una de las posibles fuentes o si por el contrario, pertenecen a las dos fuentes propuestas.

De acuerdo a las características composicionales y texturales se seleccionaron tres grandes sectores, en cada uno de los cuales se agruparon las columnas más representativas lo que permitió definir variaciones laterales y verticales de los depósitos de la Formación Popayán y caracterizar y ubicar depósitos distales y proximales.

4.2.1 Sector Norte.

Se extiende desde el dintel de Santander de Quilichao, al N de Popayán, hasta la margen N del río Palacé, al S.

La base en este sector está constituida por los depósitos de ceniza y bloques, de color gris del Miembro Sombrerillo, estos generalmente están suprayacidos en forma discordante horizontal u oblicua por depósitos de flujos de ceniza y cenizas de caída del Miembro La Venta, cuyo espesor disminuye hacia el N. Localmente, pueden estar suprayacidos por flujos de escombros del Miembro Palacé, lo que es común en las cuencas de los ríos Palacé y Cofre. En ocasiones no están suprayacidos por depósitos del Miembro Palacé sino por depósitos del Miembro

Cajibío, como ocurre en la cuenca de este último río (Torres y otros, 1992)

4.2.2 Sector Sur

Este sector se extiende desde la margen S del río Palacé, hasta el S de la ciudad de Popayán; incluye parte de las subcuencas de los ríos Robles y Hondo, afluentes del Cauca.

En este sector la base la conforman los depósitos del Miembro Julumito ampliamente extendidos en el área. En alrededores de la ciudad de Popayán están infracuados por depósitos de flujos de ceniza y bloque y por lahares (Orrego y otros, 1992), posiblemente correlacionable con los del Miembro Sombrerillo. En las cuencas de los ríos Hondo y Robles, están suprayacidos por depósitos del Miembro Palacé, también es posible que los depósitos del Miembro Palacé no afloren y estén suprayacidos discordantemente por depósitos del Miembro La Venta.

El Miembro Julumito es la misma unidad del río Hondo, descrita en el proyecto de Microzonificación Sismogeotécnica de Popayán (Orrego y otros, 1992).

4.2.3 Sector Oriental Comprende parte del flanco occidental de la cordillera Central, del área de estudio, donde se encuentran las localidades de Silvia, Totoró, Polindara y Gabriel López. Se destacan en este sector la lavas andesíticas con texturas porfíricas del Miembro Polindara que constituyen la base de los depósitos proximales; están suprayacidos discordantemente por los depósitos del Miembro Sombrerillo y éstos, a su vez, por depósitos del Miembro La Venta, que descansan también en forma discordante.

Como se puede concluir cada miembro de la Formación Popayán cuenta con depósitos de una distribución lateral amplia, pero también tiene depósitos locales y que están asociados a algunos ríos y quebradas, por lo que se consideran depósitos muy específicos.

Las rocas y depósitos de la Formación Popayán son correlacionables con las llamadas por Grosse (1935), Capas Tuficas de Nariño y redefinidas por Hubach, (1957) como la formación Nariño. Los anteriores autores anotan que la edad inferior es pliocena y la parte alta pleistocena hasta el reciente.

La Formación Popayán es correlacionable, también, con la Formación Guacacallo redescrita por Kronenberg y otros, (1981), quienes afirman que esta unidad está compuesta por tres tipos de ignimbritas correlacionables con los de la Formación Popayán: ignimbritas arenosas estratificadas; ignimbritas vitrofíricas e ignimbritas grises rosadas. La edad de la unidad Guacacallo es, de acuerdo a análisis de los anteriores autores Plioceno-Pleistoceno temprano.

5. DISCUSION

Los depósitos basales de la Formación Popayán pertenecientes a los Miembros Polindara, Sombrerillo y Julumito se asumen del plioceno. Existen dos dataciones geocronológicas para un área de aproximadamente 2000 Km²; una de 4.5 m.a (Woodward Clyde Consultants, 1983, en James y otros, 1986) en rocas volcánicas del Miembro Sombrerillo y otra de 2 ± 0.3 ma en una muestra de los depósitos del Miembro Julumito (Wagner, comunicación oral, 1990).

En las lavas del Miembro Polindara que constituye la unidad proximal, no existen dataciones geocronológicas, pero por observaciones de campo, tanto los depósitos del Miembro Sombrerillo como los del Miembro Julumito, reposan sobre el Miembro Polindara y siendo estos tres miembros de edad pliocena, las rocas del Miembro Polindara serían las más antiguas de la Formación Popayán, siguiéndole en orden de edad los productos del Miembro Sombrerillo y los del Miembro Julumito. En cercanías de la ciudad de Popayán afloran, depósitos

de flujos de ceniza y bloques y lahares (Orrego y otros, 1992), detectados en la perforación Ccpo-1, realizada al N de Popayán, y descrita, por Jenjo, (1983). Estos depósitos pueden ser correlacionables litológica y cronológicamente con los del Miembro Sombrerillo y en el área de Popayán están suprayacidos por depósitos del Miembro Julumito, relación que contribuye a confirmar, en alguna medida, la posición estratigráfica del Miembro Sombrerillo.

Los depósitos de los Miembros Cajibío, Palacé, La Venta y Caldon, son del Cuaternario. Pero es difícil determinar con precisión, y con base en los datos existentes, cuales miembros son del Pleistoceno y cuales del Holoceno. Como se anota en el capítulo anterior, existen dataciones absolutas de muestras de obsidiana colectadas en el depósito de flujo de San Isidro con edades de 8.000 y 12.000 años (James, comunicación oral, 1991), que eventualmente pueden ser correlacionables con los depósitos del Miembro Caldon. Este material proveniente del volcanismo moderno define la presencia de productos del Holoceno en estos depósitos; sin embargo, lo más posible es que estos elementos no estén in situ y hayan sido transportados.

Por observaciones de campo se puede concluir que los depósitos del Miembro La Venta cubren casi todos los depósitos de edad cuaternaria de la Formación Popayán, excepto los del Miembro Caldon, pudiéndose considerar que este miembro es el más joven de la Formación Popayán. Sumado a lo anterior, los depósitos del Miembro Caldon podrían, de acuerdo a su composición litológica, ser correlacionables con los depósitos de flujo de lodo del río Molino, del Holoceno (Orrego y otros, 1992), confirmando su posición estratigráfica.

La relación estratigráfica entre los depósitos de los Miembros Palacé y Cajibío, es incierta; ellos descansan indistintamente sobre los Miembros Sombrerillo y Julumito y están cubiertos

por los de La Venta. Estas y todas las anteriores apreciaciones constituyen una propuesta que puede ser modificada en la medida en que se realicen dataciones geocronológicas que definan con precisión las relaciones absolutas entre los diferentes miembros de la Formación Popayán.

6. CONCLUSIONES

- Las rocas y depósitos de la Formación Popayán se asocian a fuentes ubicadas en los sectores del páramo de Gabriel López-Uñinegatuna y Uñinegatuna-Paletara, sectores que incluyen los volcanes de Uñinegatuna, la caldera de Chagartón, la cadena volcánica de los Coconucos y otros aún no diferenciados por estar cubiertos o totalmente erodados.
- De acuerdo a las características litológicas y estratigráficas se propone dividir la Formación Popayán en las siguientes unidades: Miembro Polindara constituido por flujos de lavas andesíticas; Miembro Sombrerillo con flujos de ceniza y bloques, de color gris, intercalados localmente con flujos de escombros y epiclastitas; Miembro Julumito conformado por flujos de ignimbritas; Miembro Cajibío constituido por depósitos de flujos de ceniza y pómez; Miembro Palacé constituido por depósitos de flujos de escombros; Miembro La Venta formado por depósitos de flujos de ceniza y cenizas de caída y Miembro Caldon con depósitos de epiclastitas y flujos de ceniza y bloques.
- El Miembro Julumito está constituido por los flujos de ignimbritas de Julumito y el flujo de ignimbrita de Totoró, el primero contiene principalmente cuarzo, feldespato potásico (anortoclasa), biotita y se clasifican como ignimbritas riolíticas; el

- segundo contiene biotita, hornblenda, plagioclasa, piroxeno y son latian-desitas.
- Los depósitos del Miembro Sombrerillo, presentan material juvenil de composición andesítica, en menor proporción se encuentra pómez y obsidiana; los fragmentos líticos accidentales son basaltos y rocas metamórficas y la matriz está compuesta por el mismo material juvenil finamente fragmentado.
- La Formación Popayán es una formación de relleno cuyos depósitos y rocas se depositaron discordantemente sobre rocas antiguas. Presenta variaciones entre los depósitos proximales y los distales. La base de los depósitos ubicados cerca de la fuente la constituyen flujos de lavas andesíticas del Miembro Polindara, depositados sobre rocas de los Complejos Arquía y Quebradagrande. Lejos de la fuente, al S, en alrededores de la ciudad de Popayán la conforman flujos de ceniza y bloques que pueden ser correlacionables con los depósitos del Miembro Sombrerillo, que reposan sobre el Complejo Barroso-Amaime, sobre rocas sedimentarias del Terciario y posiblemente sobre rocas volcano-sedimentarias de la Formación del Galeón
- El techo de la Formación Popayán está constituido por depósitos del Miembro Caldono, conformado por epiclastitas y flujos de ceniza y bloques; que pueden ser correlacionables con los depósitos de flujos de lodo del río Molino, descritos por Orrego y otros, (1992).
- Debido al carácter de relleno de la Formación Popayán, su espesor es muy variable. Cerca de las posibles fuentes alcanza los 1200m (?), en las lavas del Miembro Polindara; en el valle interandino del río Cauca, es alrededor de 600 a 650 m y en las zonas donde solo afloran cenizas de caída del Miembro La Venta el espesor varía de 1 hasta 2 m.
- Comúnmente los flujos piroclásticos pueden convertirse hacia sus partes distales en depósitos de flujos de escombros, por lo cual se presume que en todos los miembros de la Formación Popayán pueden existir depósitos de flujos de escombros, pero solo se identificaron y cartografiaron los del Miembro Palacé, por ser los mas destacados en el área y los que están menos afectados por la meteorización.
- Los flujos de escombros del Miembro Palacé se restringen generalmente a los cauces de los ríos y quebradas. Los mas característicos son los asociados al río Palacé.
- El espesor total de los depósitos de flujos de ceniza y bloques del Miembro Sombrerillo, alcanza hasta los 350 m; estos incluyen niveles de epiclastitas intercaladas y localmente flujos de escombros.
- El espesor del Miembro Caldono varia entre 15 y 150 m, son depósitos de epiclastitas que presentan estructura sedimentarias como estratificación cruzada, gradación e imbricación de granos y algunas veces poseen restos de hojas y tallos bien conservados y además, niveles de flujos de escombros y bloques intercalados.
- El avanzado estado de meteorización de los depósitos de la Formación Popayán dificulta su caracterización y clasificación, de la misma forma, los diferentes depósitos presentan complejidades estratigráficas por estar afectados tectónicamente, obstaculizando la mayoría de las veces las correlaciones estratigráficas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, B. y HUBACH, E., 1932. Estudios geológico alrededor de Popayán. Informe 205. Ingeominas. Bogotá. p. 4-7.
- _____, 1934. Geología de los departamentos del Valle y Cauca, en especial del carbón. Informe 224. Ingeominas. Bogotá. p.174-189.
- ALVAREZ, E. y GONZALEZ, H., 1978. Geología y geoquímica del Cuadrángulo Y-7 Urao. Informe 1761. Ingeominas. Bogotá.
- ASPEN, J. A., 1984. The geology of Western cordillera and Pacific coastal plain in the departamento of Valle del Cauca. Informe. 1959. Ingeominas. Bogotá. p.261-299.
- BARRERO, D., 1979. Geology of Central Western cordillera, west of Buga and Roldanillo, Colombia. Publicaciones Geológicas Especiales. N04. Ingeominas. Bogotá.
- BOTERO, G., 1963. Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia. Anales de la Facultad de Minas. N0 57. Medellín. 101p.
- CAS, R., A. y WRIGTH, J., V., 1987. Volcanic successions modern and ancient. Allen & Unwin. London. 528p.
- DE PORTA, J., 1974. Lexique stratigraphique international Amerique Latine. Volumen V. Fascículo 4B. Colombia. 889 p.
- FISHER, V. R., y SCHMINKE, H.V., 1984. Pyroclastic rocks. Springer-Verlag. Berlin. 472p.
- GNECCO, C. e ILLERA, C., 1988. Puntas de proyectil paleoindias en el valle de Popayán. Inedito.
- GNECCO, C., e ILLERA, C., 1989. La Elvira : un sitio paleoindio en el valle de Popayán (informe parcial de investigación). Boletín de Arqueología. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales. N0 1. Bogotá. p. 21-28.
- GROSSE, E., 1935. Acerca de la geología del sur de Colombia. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales de Colombia. Tomo III. Bogotá. P. 139-231.
- HUBACH, E., 1957. Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Informe N0 1212. Ingeominas. Bogotá. p. 3-9.
- JAMES, M., ORREGO, A., MURCIA, A., PAGE, W., GIRALDO, M. y MARIN, W., 1986. El sismo de Popayán del 31 de Marzo de 1983. Ingeominas y otros. Bogotá. p. 5-38.
- KRONENBERG, S., LEON, L. A., PASTANA, J., M. y PESSOA, M., 1981. Ignimbritas pliopeistocénicas en el suroeste del Huila, Colombia y su influencia en el desarrollo morfológico. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Volumen 6, N0 1-3. Bogotá. p. 239-314.
- MCCOURTH, W., MOSQUERA, D., NIVIA, A. Y NUÑEZ, A., 1984. Mapa geológico de la plancha 243 Armenia, escala 1:100000. Ingeominas. Bogotá.
- MENDEZ, M., 1985. Arqueología de un sitio tradicional en el valle de Popayán- La Balsa- Capibio- Cauca. Popayán. (Edición patrocinada por la oficina de reconstrucción de la Universidad del Cauca).
- MURCIA, A., 1981. Rasgos morfológicos de la tectónica cuaternaria en el suroccidente de Colombia. Revista Geología Norandina. N0 4. Bogotá, p. 23-30.
- _____, 1986. Geoquímica y dataciones radiométricas de las ignimbritas cenozoicas del suroccidente de Colombia. revista Centro Interamericano de Fotointerpretación. Volumen II. Tomo II. Bogotá. p. 348-363.
- NIVIA, J., A., 1987. Geochemistry and origin of Amame and Volcanic sequences.