

Evolución Geológica de la subcuenca del Alto Patía, Departamento del Cauca, Colombia

GIRALDO PEREZ-TELLEZ ¹

RESUMEN

La subcuenca del Alto Patía está localizada entre las Cordilleras Central y Occidental, en la esquina Suroccidental de Colombia y constituye la porción Sur de la cuenca del Cauca - Patía. Su desarrollo está asociado al proceso de acreción del arco de islas de la Cordillera Occidental a la corteza continental, a partir de una paleotrinchera cretácea. La actividad sedimentaria inició en el Eoceno Medio y estuvo controlada por el equilibrio isostático de bloques tectónicos a lo largo de fallas de transformación cretáceas con orientación ENE

ABSTRACT

The Alto Patía sub-basin is located between the Central and Western Cordilleras in the Southwestern corner of Colombia and it forms the Southern portion of the major Cauca-Patía basin. Its development is associated with the accretion of the Western Cordillera island arc against the continental crust from a cretaceous paleotrench. The sedimentary activity began in the Middle Eocene and was controlled by isostatic block tectonics along ENE oriented Cretaceous transform faults.

¹) Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPEL.

INTRODUCCION.—

En el presente trabajo se examina la geología de la subcuenca del Alto Patía y se propone un esquema evolutivo preliminar que constituye una adaptación del formulado por BARRERO (1979) para la parte Central de la Cordillera Occidental. El área en consideración corresponde a la parte Sur de la cuenca del Cauca-Patía, al Suroccidente Colombiano y está comprendida entre las Cordilleras Central y Occidental y las latitudes 1°40' y 2°25' al Norte del Ecuador, (fig. 5). Geomorfológicamente puede considerarse una depresión intramontana limitada estructuralmente por el Sistema de Fallas del Patía al Occidente y el Sistema de Romeral al Oriente. Al Norte y Sur está limitada por el Alto Paleogeomorfológico de Popayán-El Tambo y el Nudo de los Pastos, respectivamente, (figs. 5,6).

Algunos autores la han considerado como un graben (ACOSTA, C.E., 1970; MEISSNER et al., 1976); sin embargo, su geometría y origen han hecho necesaria la revisión de estos conceptos.

La cuenca tiene una edad terciaria. La actividad sedimentaria empieza en el Eoceno Medio y se extiende hasta el Pleistoceno con influencia piroclástica en los estratos más jóvenes. Estas rocas fueron afectadas por intensa actividad hipoabisal, dacítico-andesítica, especialmente durante el Mioceno Superior. Se han determinado dos importantes discordancias, en el intervalo Paleoceno-Eoceno Inferior a consecuencia de la Orogenia Calima (BARRERO, 1979) y en el Mioceno Superior, a causa de la etapa principal de la Orogenia Andina.

La subcuenca del Alto Patía tiene una extensión de unos 3700 km² y la secuencia sedimentaria y piroclástica cenozoica mide de 2500 a 3800 m de espesor. Los intrusivos terciarios cubren una superficie de unos 200 km². La información fundamental sobre esta área ha sido consignada por GROSSE (1935); HUBACH y ALVARADO (1934); LEON, PADILLA y MARULANDA (1973); PARIS y MARIN (1979).

ROCAS PRETERCIARIAS.—

Son, principalmente, materiales acrecionados al continente y constituyen un melange tectónico, (BARRERO, 1976). Hacia la parte oriental están presentes rocas metamórficas paleozoicas (Grupo Cajamarca), separadas de las primeras por el Sistema de Fallas de Romeral, (fig. 5). La secuencia, relacionada genéticamente a la Cordillera Occidental es la siguiente:

1. Grupo Diabásico, (Turoniano-Maastrichtiano): Fue definido por NELSON (1962) sobre la Cordillera Occidental y está compuesto por diabasas, basaltos y lavas almohadilladas, con algunos silos gabroides e intercalaciones de sedimentos finos, (limolitas, chert biogénico, shales y calizas pelágicas, fig. 2). BARRERO (1979) le atribuye un ambiente de Arco de Islas y reporta bajo grado de metamorfismo.
2. Secuencia del Río Guabas, (Maastrichtiano): Fue definida informalmente por LEON y otros (1973) en el río Guabas (sobre la Cordillera, extremo NW del área). Suprayace al Grupo Diabásico con contacto no determinado y presenta unos 1500 m de espesor. La parte inferior consta de calizas negras, limolitas verdes a grises y chert biogénico y las partes media y superior de conglomerados polimícticos con intercalaciones rítmicas de arenisca y limolita, (fig.2). La base de la secuencia corresponde a sedimentos pelágicos con influencia turbidítica y el resto a turbiditas de alta velocidad, (conjunto T-1, Bouma, en: REINECK and SINGH, 1973). Esta secuencia se asemeja a la que MOORE (1979) llama "estratos de pendiente de cuenca", (slope basin strata).
3. Formación Peña Morada, (Maastrichtiano-Paleoceno?): Fue definida por LEON y otros (1973) en la localidad de Peña Morada, sobre el río Esmita. Hacia la base se presentan escasas calizas y limolitas. El 90% restante consta de conglomerados polimícticos mal seleccionados y matriz arenosa, (fig.2). Tiene un espesor de unos 230 m. y suprayace inconformemente al Grupo Diabásico. Su distribución localizada dentro de la cuenca sugiere depositación en abanicos submarinos. ESTRADA (1972) ha reconocido frecuentes prismas de conglomerados a lo largo de la Cordillera Occidental.

ROCAS TERCIARIAS.—

Corresponden principalmente a rocas tipo molasa (PARIS y MARIN, 1979) y se agrupan en las siguientes unidades, (fig. 1):

1. Formación Mosquera, (Eoceno Medio-Mioceno Inferior): Fue definida por GROSSE (1935) como Eoterciario de Mosquera, (caserío de Mosquera, río Timbío). Constituye la base de la secuencia terciaria, compuesta por conglomerados silíceos y cantidades menores de conglomerados polimícticos, arcosas e intercalaciones de limolitas con lentes de carbón. Se considera producto de un proceso marino transgresivo, (figs. 2,3,4) y reposa discordantemente sobre rocas más antiguas.

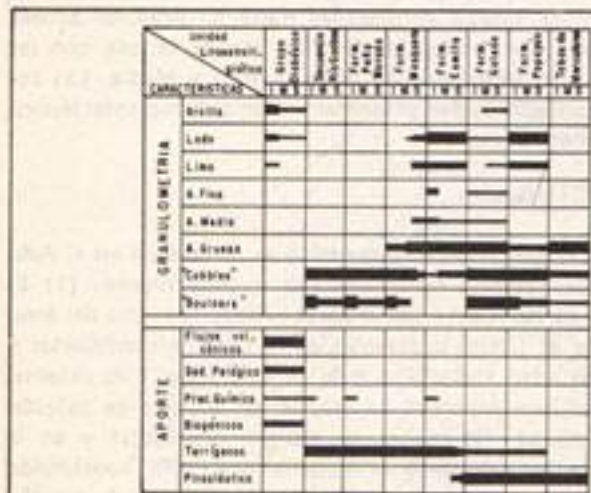
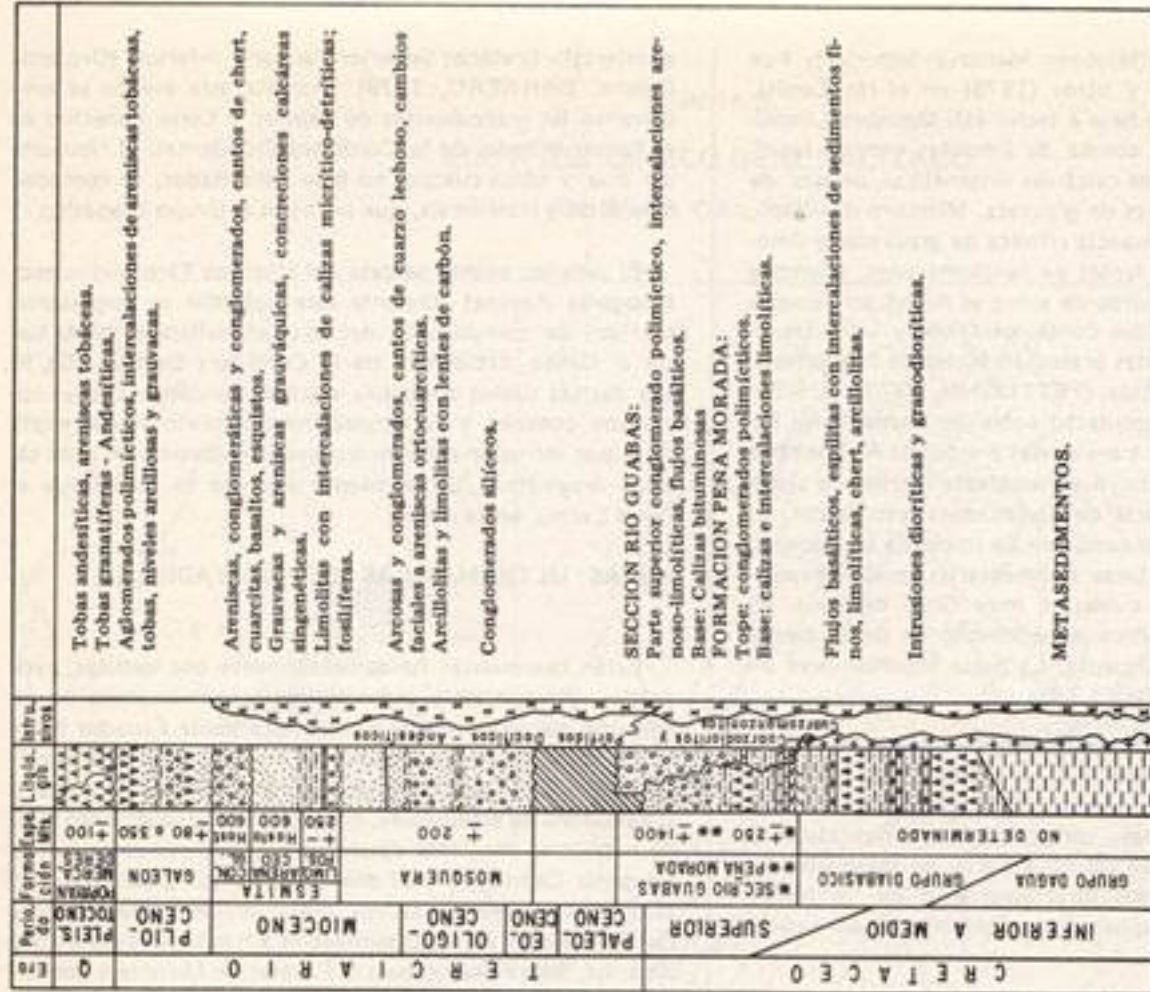
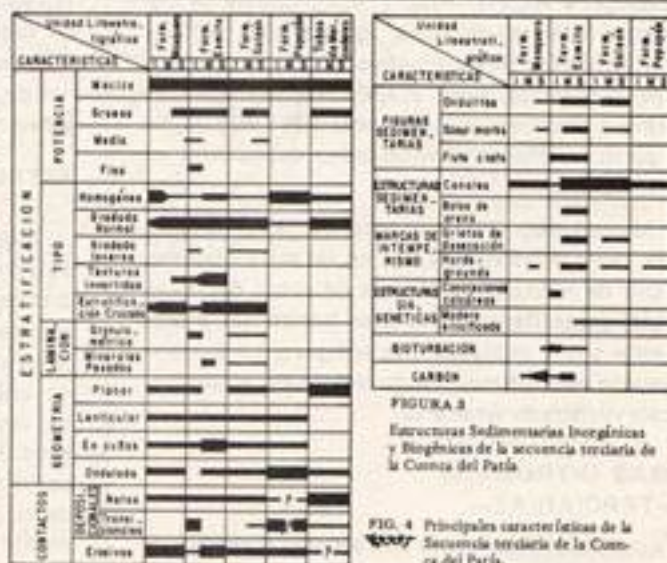


FIGURA 2
Características Granulométricas y aporte de la secuencia Cretácico - Terciaria de la Cuenca del Patía.



2. Formación Esmita, (Mioceno Medio a Superior): Fue definida por LEON y otros (1973) en el río Esmita. Se ha subdividido de base a techo así: Miembro Limolítico Fosilífero, que consta de limolitas oscuras fosilíferas con concreciones calcáreas singenéticas, niveles de caliza e intercalaciones de grauvaca. Miembro Arenáceo, constituido por alternancia rítmica de grauvacas y limolitas fosilíferas con lentes de fanglomerados. Miembro Conglomerático, discordante sobre el Arenáceo y consta de grauvacas con lentes conglomeráticos y limolitas alternantes, (fig. 2); éstas presentan lentes de fanglomerados con textura invertida, (PETTIJOHN, POTTER, SIEVER, 1973:86). El contacto entre las formaciones Esmita y Mosquera es transicional a erosivo. Al Miembro Limolítico se le atribuye un ambiente marino de aguas someras con influencia de condiciones restringidas. El Miembro Arenáceo se considera de ambiente transicional regresivo; sus estructuras sedimentarias revelan exposiciones subaéreas o cubiertas muy finas de agua. El Miembro conglomerático se sedimentó en un ambiente fluvial de perfil intermedio. La parte superior tuvo a porte piroclástico, (figs. 2,3,4).
3. Formación Galeón, (Plioceno): Fue definida por GROSSE (1935) en Cerro Galeón. Está constituida por aglomerados polimícticos bien estratificados alternando con areniscas tobáceas, tobas, conglomerados polimícticos y grauvacas, (fig. 2). Se formó a partir de materiales piroclásticos depositados directamente o en un medio lagunar o fluvial. Reposo discordantemente sobre rocas más antiguas.
4. Formación Popayán, (Plio-Pleistoceno): Su nombre se debe a HUBACH y ALVARADO (1934). Consta de arenas volcánicas, flujos andesíticos, aglomerados, cenizas volcánicas y depósitos fluviolacustres, en capas de estratificación poco definida, (figs. 2,3,4). La formación es paraconforme a discordante sobre rocas más antiguas. Se originó a partir de material piroclástico depositado en un medio fluviolacustre.
5. Tobas de Mercaderes, (Plio-Pleistoceno): Esta unidad fue definida por GROSSE (1935), en las proximidades del municipio de Mercaderes. Consta de tobas dacíticas y andesíticas, granatíferas, dispuestas horizontal y discordantemente sobre unidades más antiguas. La secuencia es producto del último evento volcánico explosivo de gran escala registrado en el área.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS CRETACEO-TERCIARIAS.—

En el Patía pueden diferenciarse dos eventos magmáticos claramente ubicados en el tiempo. El primero corresponde

al intervalo Cretáceo Superior-Terciario Inferior, (Orogenia Calima, BARRERO, 1979). Durante este evento se emplazaron las granodioritas de Jejenes y Cerro Panecillo en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, al Noroeste del área y otros cuerpos no bien delimitados, de composición ácida a intermedia, que intruyen al Grupo Diabásico.

El segundo evento se data del Mioceno Tardío-Plioceno, (Orogenia Andina) Durante este episodio se emplazaron pórfidos de composición dacítica, andesítica o mixta hacia el flanco occidental de la Cordillera Central, (fig. 5). Las dacitas suelen constituir núcleos abruptos. Dichas rocas son coevales y su emplazamiento mixto puede explicarse por intrusión-diferenciación-autointrusión en cada cámara magmática. Un excelente ejemplo lo constituye el Cerro Lerma, entre otros.

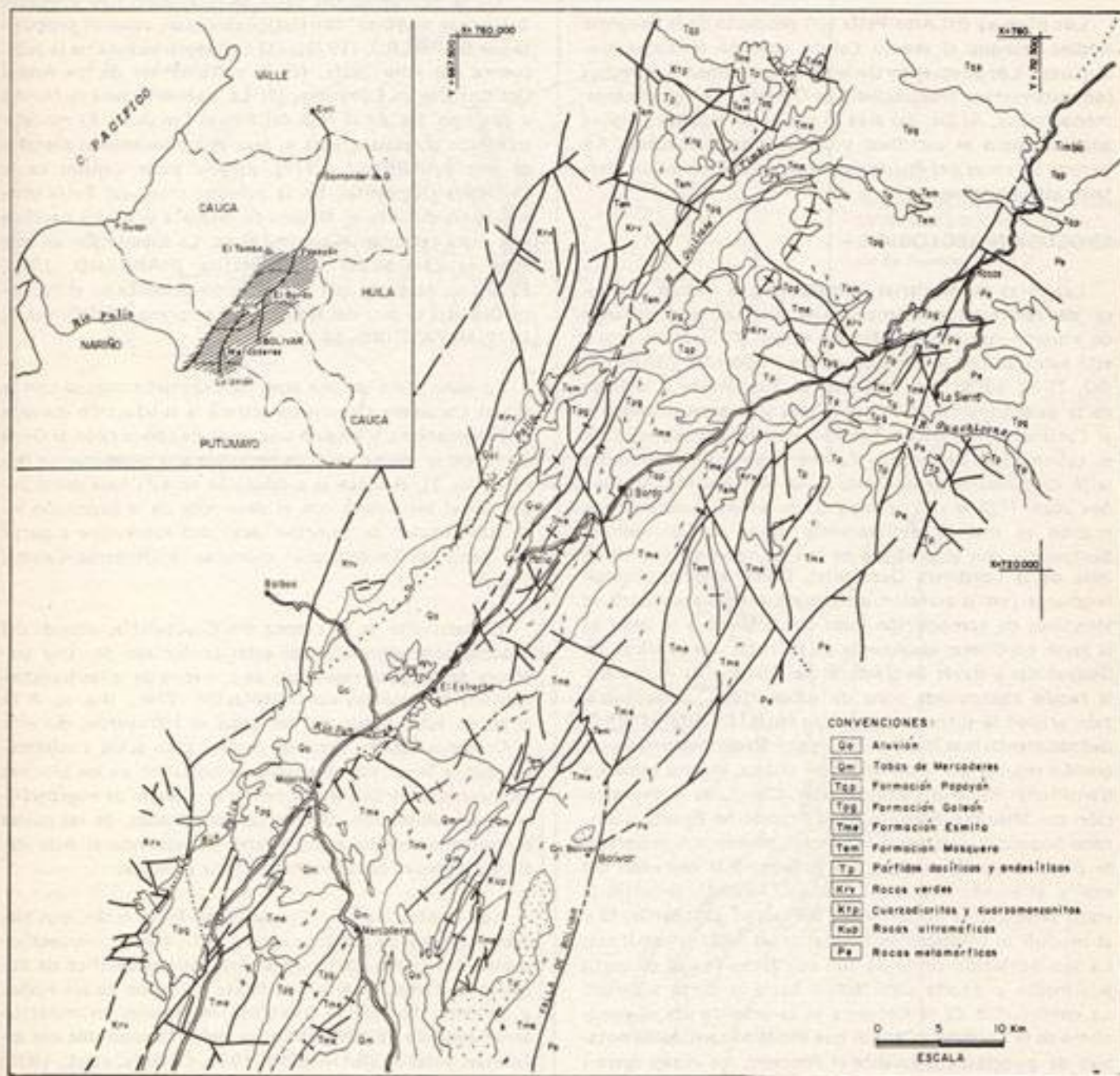
ROCAS ULTRAMAFICAS DE GUAYABILLAS,

Están compuestas fundamentalmente por dunitas, peridotitas, piroxenitas y serpentinitas y forman parte de un cinturón discontinuo que se reconoce desde Ecuador hasta el Norte de Colombia. Estas rocas fueron emplazadas tectónicamente a lo largo de fracturas del sistema de Romeral y la paleozona de subducción, (Fig. 6). El emplazamiento puede explicarse mediante ajustes isostáticos activados por la Orogenia Calima, lo cual dió lugar a altos grados de fracturamiento, serpentinización, metamorfismo cataclástico y rodingitización, en rocas asimilables a fragmentos del manto superior. Sobre ellas reposa la Formación Mosquera con relación discordante. Durante el Mioceno Tardío otras rocas ultramáficas fueron emplazadas hasta su posición actual, de manera que presentan relación lateral fallada con las Formaciones Mosquera y Esmita Inferior y Media. Las zonas de contacto suelen presentar metamorfismo cataclástico y neomineralización.

ESTRUCTURAS.—

Bajo el punto de vista genético se reconocen en el Alto Patía dos sistemas fundamentales de fallamiento: (1) El Sistema de Romeral hacia la parte oriental y media del área, establece el límite occidental de la corteza continental y tiene una edad Mesozoico Inferior a Jurásico. Este sistema, de origen compresional, se originó en la zona de colisión de las placas. (2), sobre la margen occidental y en la cordillera se desarrolló el Sistema del Patía, constituido por fracturas tensionales originadas en la zona de flexión de la placa oceánica durante el Cretáceo Superior. Actualmente presentan características de juego inverso debidas más a rotación tectónica que a efectos compresionales durante

FIGURA 5
MAPA GEOLOGICO GENERALIZADO
CUENCA DEL PATIA



la Orogenia Calima. Estas fallas se muestran escalonadas con el bloque oriental hundido. Ambos sistemas de fallamiento son subparalelos y su orientación oscila entre N10° y N30° E, (figs. 5, 6). Las Orogenias Calima y Andina reactivaron y alternaron dicho fallamiento en grado diverso y generaron otro transversal de compensación y menor grado.

Los pliegues del Alto Patía son producto de la Orogenia Andina, aunque el evento Calima deformó las rocas preterciarias. Los pliegues terciarios son normalmente estrechos, con buzamientos pronunciados al Oriente y principalmente monoclinales. Al Sur del área se presentan algunos pliegues amplios como el anticlinal y sinclinal de Mercaderes. En general las rocas del Plió-Pleistoceno no se encuentran afectadas estructuralmente.

EVOLUCION GEOLOGICA.—

Las rocas preterciarias constituyen una mezcla tectónica de características ambientales diversas, (un mélange de acuerdo con HSU, 1971). Su origen y ubicación actual está asociado con el de la Cordillera Occidental, (BARRERO, 1978, 1979) y la actividad de subducción a lo largo de la paleotrinchera del Cauca-Patía y su acrecentamiento al continente, (Cretáceo Tardío-Terciario Temprano). Con la culminación del evento Calima la zona de subducción saltó definitivamente al Oeste a la fosa Nariño - Atrato - San Juan, (figs. 6 y 7) La subducción en esta zona de compresión se insinuó posiblemente desde el Coniaciano—Santoniano con el progreso de la expansión en el arco de islas de la Cordillera Occidental. Dicho evento, simultáneamente con la acreción, determinó el emplazamiento de intrusivos de composición ácida a intermedia a lo largo de la joven cordillera; igualmente de las rocas ultramáficas de Guayabillas a través de fracturas del Sistema de Romeral y la recién abandonada zona de subducción. La cratonización originó la subcuenca del Alto Patía. En ésta, la actividad sedimentaria se inició en el Eoceno Medio con una transgresión seguida por sedimentación cíclica, marina somera y transicional hacia la parte superior. Concluida la deposición del Miembro Arenoso de la Formación Esmita, (Mioceno Superior), sobrevino la primera conmoción importante de la Orogenia Andina que determinó la regresión del mar y el evento hipoabisal regional. Además, se inició la etapa principal de plegamiento, se reactivó el fallamiento y se produjo el emplazamiento final de las rocas ultramáficas. La sedimentación continuó con una facies fluvial de perfil intermedio y aporte piroclástico hacia la parte superior. La continuidad de la Orogenia se caracteriza por el vulcanismo de la Cordillera Central que depositó cantidades notables de piroclásticos durante el Plioceno, los cuales fueron

plegados y fallados antes de la acumulación de la Formación Popayán y Tobas de Mercaderes (Plió-Pleistoceno) cuyo origen es piroclástico y su disposición actual es esencialmente horizontal.

MODELO TECTONICO.—

En la subcuenca del Patía se reconocen tres unidades tectónicas mayores correlacionables con aquellas propuestas por BARRERO, (1979): (1) La paleotrinchera de la subcuenca del Alto Patía, (2) El extremo sur de los Andes Occidentales de Colombia, (3) La paleotrinchera de Nariño o extremo sur de la fosa del Atrato-San Juan. El modelo tectónico propuesto para el área es equivalente al planteado por BARRERO, (1979), para la parte Central de la Cordillera Occidental. En la paleotrinchera del Patía interactuaron durante el Mesozoico la placa oceánica pacífica y la placa continental suramericana. La subducción en esta zona es considerada Jura-Cretácica (BARRERO, 1978, 1979), no obstante que la expansión oceánica en el Pacífico Oriental se data del Mesozoico Temprano (McDONALD, 1972; MIYASHIRO, 1972).

La generación de una zona de expansión coaxial con la actual Cordillera Occidental aceleró la subducción durante el Cenomaniano y originó una zona de compresión al Occidente de la misma, que corresponde a la paleofosa de Nariño, (fig. 7). Aunque la subducción en esta fosa debió iniciar en el Senonianó con el desarrollo de la expansión en el arco insular, su principal actividad sobreviene a partir del Terciario Temprano al culminar la Orogenia Calima, (fig. 6).

El desarrollo de la cuenca del Cauca-Patía, además del proceso acrecentante, pudo estar controlado por una tectónica de bloques, resultante de una serie de fallas transformacionales cretáceas con orientación ENE, (fig. 8). A lo largo de estas zonas de debilidad se intruyeron, durante la Orogenia Calima, rocas de composición ácida a intermedia que, a la par con el equilibrio isostático de los bloques tectónicos, contribuyeron a definir accidentes paleogeográficos que delimitaron subcuencas escalonadas, de las cuales el mayor desarrollo sedimentario corresponde al Alto Patía y disminuye paulatinamente hacia el Norte.

Los límites Norte y Sur del Alto Patía están, posiblemente, definidos por los rasgos C y D, (fig. 7), respectivamente, los cuales controlan el Alto Paleogeográfico de Popayán-El Tambo y el límite Norte del Nudo de los Pastos y extremo Sur de la paleofosa de Nariño. Información aeromagnética (ECOPETROL) y datos consignados por diferentes autores, (BARRERO, 1979; CEDIÉL et al., 1976;

- A.P.T. - Alto Paleogeomorfológico Papayán-EI Tombo
- C.C. - Cordillera Central
- C.O. - Cordillera Occidental
- F.N. - Fosa de Naritá
- F.P. - Falla del Patía
- G.C. - Grupo Cajamarca
- G.D.A. - Grupo Dogua
- G.D. - Grupo Diabásico
- P.P. - Placa Pacífica
- S.R. - Sistema Romeral
- Kup. - Peridotitas
- S.T. - Turbiditas

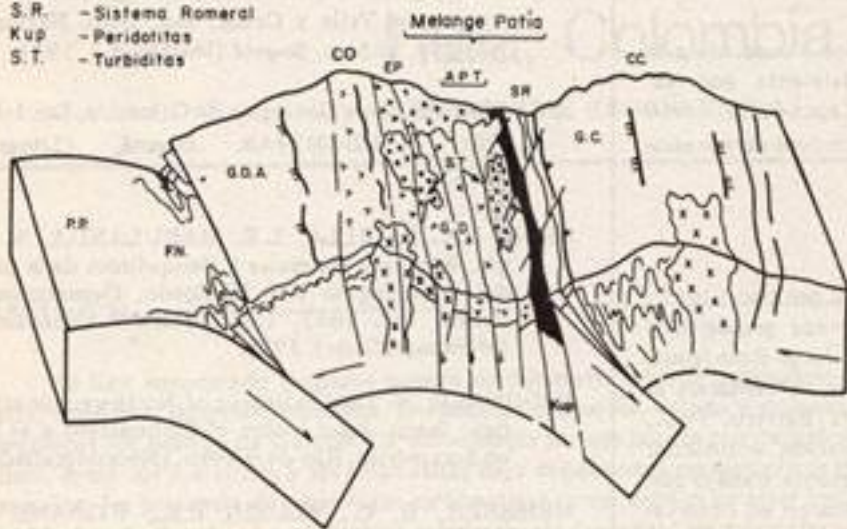


FIGURA 6

Esquema tectónico de la Cordillera Occidental y la Cuenca del Patía durante el Eoceno Medio (Adaptado de Barrero, D. 1979).

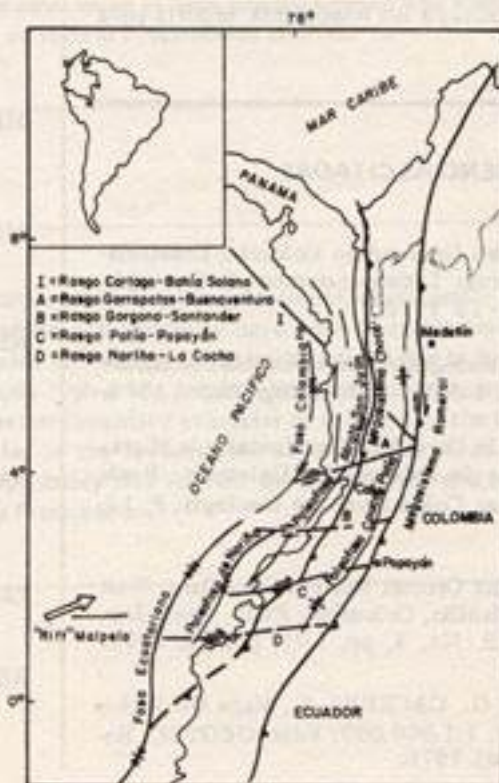


FIGURA 7

Principales Rasgos Tectónicos del Suroccidente Colombiano.

INGEOMINAS, 1976; McDONALD, W: manuscrito, en prensa) permiten postular los rasgos transformacionales A y B, (fig. 7) y el rasgo I, que, en esencia, establece la separación tectónica entre el dominio pacífico y el dominio del Mar Caribe. Las paleofracturas de tipo transformacional acá postuladas han sido fosilizadas y dislocadas por dos eventos tectónicos y su reconocimiento en el campo puede requerir el empleo de técnicas especializadas.

Finalmente, el magmatismo y vulcanismo asociado a la Orogenia Andina puede explicarse, parcialmente, por reajustes en la paleofosa de Benioff del Cauca-Patía, como consecuencia de una tectónica global de índole compresional.

AGRADECIMIENTOS.—

El autor agradece de manera especial al geólogo Luis E. Numpaque quien hizo la reducción del mapa geológico y a los geólogos Jorge Molina, José Velandia, Jorge Rodríguez, Eduardo Pérez y Jorge González por sus comentarios al texto. Igualmente agradece al Dr. Darío Barrero, PhD., por sus valiosos comentarios y colaboración entusiasta. Aunque los conceptos emitidos en el presente trabajo son plena responsabilidad del autor y se originaron en observaciones adelantadas en diferentes épocas, la Empresa Colombiana de Petróleos constituyó un importante soporte para su realización.

REFERENCIAS CITADAS

- ACOSTA, C.E. El Graben Interandino Colombo-Ecuatoriano: Primer Congreso Latinoamericano de Geología, Lima, Perú, pp. 1 - 18 1970.
- BARRERO D. Mapa Metalogénico de Colombia: INGEOMINAS Edit., esc. 1:5'000.000. (Litografiado) 1976.
- , El Origen de la Cordillera Occidental y la Migración de las Zonas de Subducción, Colombia: Resúmenes, II Congreso Colombiano de Geología, P. 13, Bogotá, 1978.
- , Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia: Publ., Geol. Esp. del INGEOMINAS, No. 4, pp. 1-75, Bogotá. 1979.
- CEDIEL, F., UJUETA, G., CACERES, C., Mapa Geológico de Colombia, Esc. 1:1.000.000: Edic. GEOTEC, Bogotá, (Litografiado). 1976.
- GROSSE, E. Acerca de la Geología del Sur de Colombia: C.E.G.O.C., Tomo II, pp. 139-231, Bogotá, 1935.
- HSU, K.J. Franciscan Melanges as a Model for Eugeosynclinal Sedimentation and Underthrusting Tectonics: Jour. Geoph. Research, Vol. 76, pp. 1162-1169. 1971.
- HUBACH, E., ALVARADO, B. Geología de los Departamentos del Valle y Cauca: Inst. Geol. Nacional, Inf. No. 224, 235 pp, Bogotá (Mecanogr.) 1934.
- INGEOMINAS. Mapa Geológico de Colombia, Esc. 1:500.000: Edic. INGEOMINAS, Bogotá, (Litografiado). 1976.
- LEON, L.A. PADILLA, L.E. MARULANDA, N. Geología, Recursos Minerales y Geoquímica de la parte NE. del Cuadrángulo 0-5, El Bordo, Departamento del Cauca: Inf. 1652, INGEOMINAS Popayán, 125 p. (Mecanografiado). 1973.
- McDONALD, W. Late Paleozoic of Northwest South America: Simp. Inter. sobre el Carbonífero y el Pérmico en Suramérica, Río de Janeiro, (Mecanografiado) 1972
- MEISSNER, R. O., FLUEH, E.R., STIBANE, F., and BERG, E. Dynamics of the active plate boundary in southwest Colombia according to recent geophysical measurements: Tectonophysics. Vol. 35, pp. 115 136. 1976.
- MIYASHIRO, A. Metamorphism and related Magmatism in Plate Tectonics: Amer. Jour. of Science, Vol. 272 , pp. 629-656. 1972.
- MOORE, G.F. Petrography of Subduction Zone Sandstones from Nias Island, Indonesia: Jour. of Sed. Petr., Vol. 49, pp. 71-84. 1979.
- NELSON, W. Contribución al Conocimiento de la Cordillera Occidental, Sección carretera Cali-Buenaventura: Servicio Geológico Nacional, Bol. Geol., Vol. X, No. 1-3, pp. 81-118, Bogotá. 1962.
- PARIS, G., MARIN, P.A. Generalidades Acerca de la Geología del Departamento del Cauca: Publ. INGEOMINAS, 38 p., 1 mapa litogr., Bogotá 1979.
- PETTIJOHN—POTTER—SIEVER, Sand and Sandstones : Sringer-Verlag Edit., 618 p., 218 fig., Berlín. 1973.
- REINECK, E.H. SINGH, I.B. Depositional Sedimentary Environments: Springer-Verlag Edit., 438 p., Berlín, 1975.