

# LIMITES DE PLACAS Y ACORTAMIENTOS RECIENTES ENTRE LOS PARALELOS 5°N Y 8°N, ANDES COLOMBIANOS

JEAN F. TOUSSAINT

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias,

JORGE J. RESTREPO

Apartado Aéreo 3840, Medellín, Colombia

## RESUMEN

La convergencia entre las placas Sudamericana, Caribe y Nazca está representada por una cuña constituida por el bloque de Panamá-Baudó y por el bloque Andino.

El bloque de Panamá-Baudó está limitado al occidente por la zona de subducción, hacia el este de la placa de Nazca, y al oriente, por el frente del cabalgamiento de este bloque sobre el bloque Andino. Este bloque Andino está limitado al oriente por las fallas de rumbo de Boconó y Chucarima y por el cabalgamiento de vergencia este de Guaicáramo. Por otra parte, el mismo bloque Andino está sometido a importantes acortamientos internos, marcados, en particular, por cabalgamientos de vergencia tanto oriental como occidental.

*Palabras claves: Megafallas, Límites de placas, Andes Septentrionales, Colombia.*

## ABSTRACT

Present convergence between the South American, Caribbean and Nazca plates is represented by a wedge formed by the Panamá-Baudó block and the Andean block.

The Panamá-Baudó block is limited to the west by the Nazca plate eastward dipping subduction zone and to the east, by the overthrusting front of this block over the Andean block. The Andean block is limited on the east by the Boconó and Chucarima wrench faults and by the overthrusting to the east along the Guaicáramo fault. Internally the Andean block is subjected to important internal shortenings marked by eastward and westward overthrustings.

*Key words: Megafaults, Plate limits, Northern Andes, Colombia.*

## INTRODUCCION

La convergencia entre las placas Sudamericana, Caribe y Nazca afecta una amplia zona que está sometida a acortamientos importantes. Esta zona de contacto parece estar representada por dos miniplacas llamadas bloque Andino (Pennington, 1981; James, 1985) y bloque de Panamá-Baudó (Case *et al.*, 1971; Duque-Caro, 1985; James,

1985) (Fig. 1).

En esta nota se presentan algunos aspectos relacionados con los límites entre los diversos dominios y con la geometría de varios fallamientos internos del bloque Andino, producidos durante la convergencia reciente.

## BLOQUE DE PANAMA-BAUDO

El límite occidental del bloque Panamá-Baudó, llamado también bloque del Chocó (Duque-Caro, 1985), está representado por la zona de subducción de la placa de Nazca, por debajo de la serraña de Baudó, con un ángulo de subducción del

orden de 30° hacia el este, el cual está definido por una sismicidad difusa (Meissner *et al.*, 1976; Flüß *et al.*, 1981)

Los límites geográficos y el tipo de relación espacial entre el bloque de Panamá-Baudó y el blo-

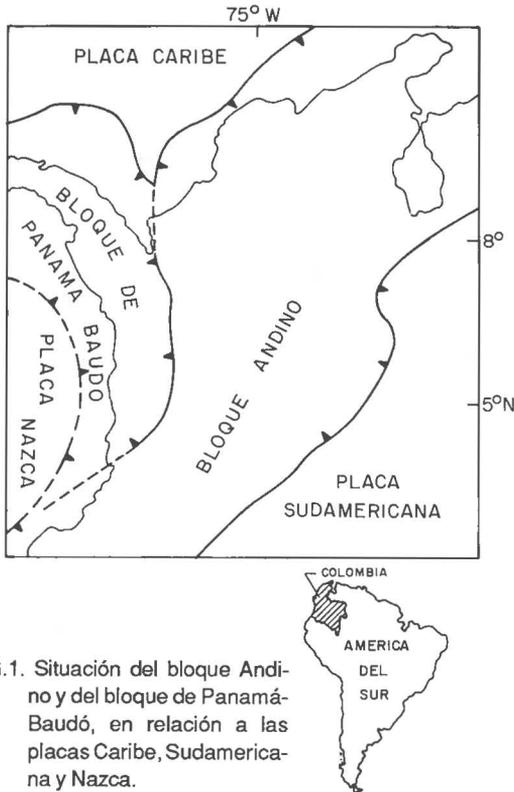


FIG.1. Situación del bloque Andino y del bloque de Panamá-Baudó, en relación a las placas Caribe, Sudamericana y Nazca.

que Andino no están claros. Varios autores han considerado que la sutura está situada en la cuenca del río Atrato, suponiendo que sea una falla inversa con vergencia occidental (por ejemplo, Kel-

log *et al.*, 1985), o bien dos fallas yuxtapuestas con vergencias opuestas (por ejemplo, Mann y Burke, 1984). Por otra parte, Duque-Caro (1985) consideró que el límite se sitúa en el flanco occidental de la Cordillera Occidental, estando la parte más occidental de esta cordillera relacionada con el arco de Sautatá, el valle del Atrato y la serranía de Baudó. Duque-Caro (1985) supuso una edad miocena media posible para la colisión. Anteriormente, Pindell y Dewey (1982) habían considerado la colisión como de edad pliocena temprana y Case *et al.* (1971) suponían para ella una edad eoceniaria, aunque estos autores situaban la sutura en el valle del Atrato y en el valle del Cauca, respectivamente.

Estudios recientes de los presentes autores, en la Cordillera Occidental, permiten suponer que la sutura está representada por un cabalgamiento con vergencia oriental, del bloque de Panamá-Baudó sobre el bloque Andino. Esta sutura estaría en la Cordillera Occidental y pasaría cerca de Dabeiba, siguiendo al sur, para luego cambiar su dirección al suroeste, hacia el golfo de Buenaventura (Fig. 2).

La parte oriental del bloque de Panamá-Baudó corresponde a un ambiente de arco insular, cuyo emplazamiento y levantamiento tectónico, durante la colisión, podrían ser el origen del alto gravimétrico comprobado por Case *et al.* (1971), en el flanco oeste de la Cordillera Occidental.

## BLOQUE ANDINO

El límite oriental del bloque Andino está representado por las fallas de Boconó, Chucarima y el Sistema Santamaría-Guaicáramo, que limita los Andes de los Llanos Orientales (Fig. 2). En esta región de Pamplona, la falla de rumbo dextral de Boconó converge hacia el este con la falla de rumbo sinistral de Chucarima (Boinet *et al.*, en prep.). El bloqueo de este sistema se traduce por el cabalgamiento de la parte suroccidental de los Andes de Mérida sobre el Macizo de Santander y sobre la terminación nororiental de la Cordillera Oriental. Por otra parte, más al sur, en la región de Serranía de Cocuy, la convergencia hacia el oriente de la falla sinistral de Chucarima y del sistema de fallas del borde de los Llanos Orientales implica el cabalgamiento de la Serranía de Cocuy y de la parte oriental de la Cordillera Oriental sobre la cuenca de

Los Llanos. Esta sutura representaría el límite actual de la placa Sudamericana con el bloque Andino y la relación entre ambos elementos correspondería a una subducción de tipo continental (Boinet *et al.*, en prep.).

El bloque Andino está sujeto a importantes acortamientos internos como consecuencia de la convergencia de los dominios Caribe-Sudamericano, Panameño y Nazca. Estos acortamientos están marcados, en particular, por cabalgamientos y fallamientos de rumbo que afectan el bloque mismo. De oriente a occidente, las zonas más importantes de acortamiento están representadas por la terminación meridional de la falla de Bucaramanga; por el sistema formado por la falla de Salinas y sus satélites, que separan a la Cordillera Oriental del valle medio del Magdalena; por la falla Palestina al

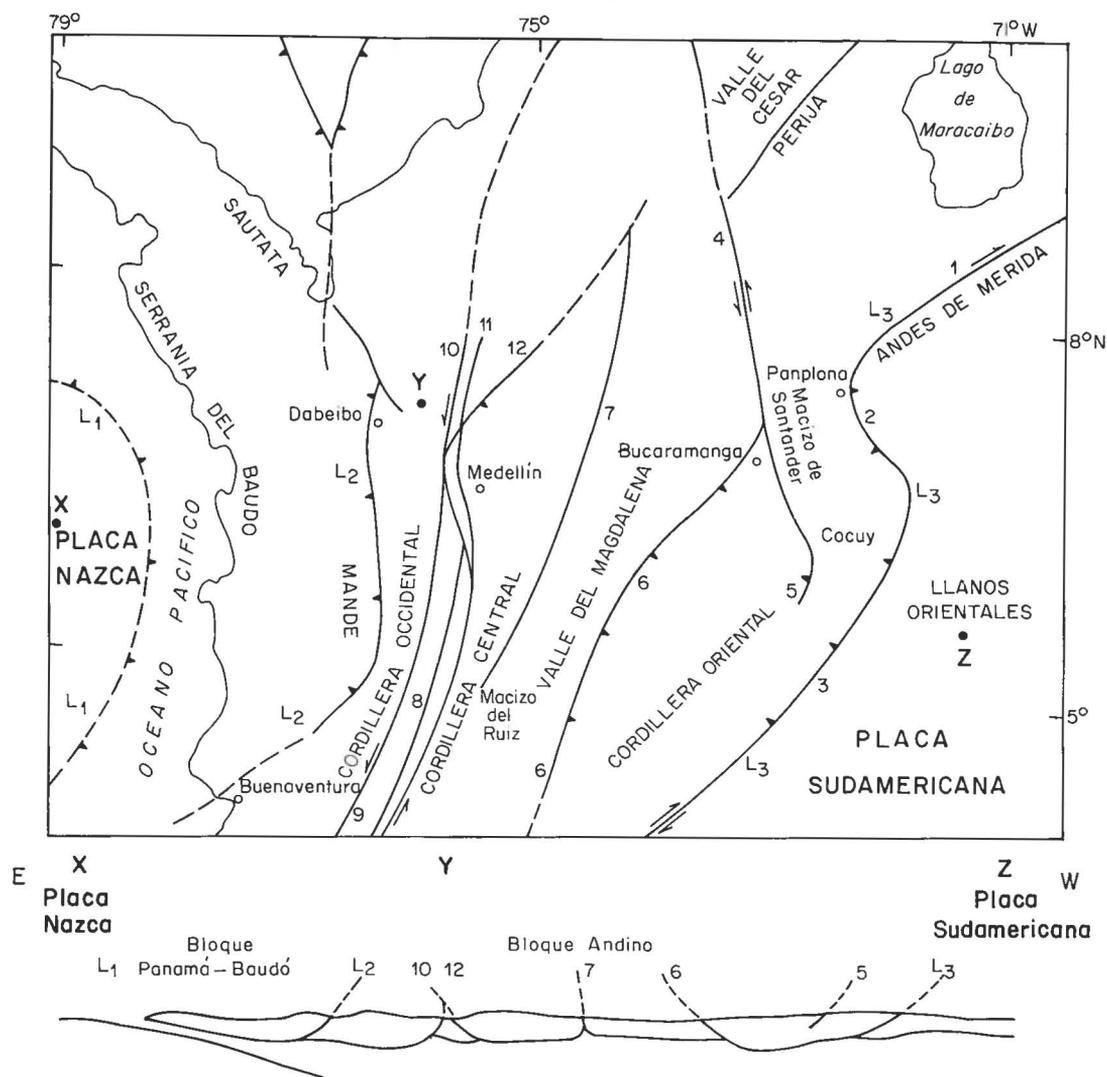


FIG. 2. Mapa y cortes geológicos simplificados de los límites y acortamientos recientes de los Andes Septentrionales. L1. Zona de subducción de la placa de Nazca por debajo del bloque Panamá-Baudó; L2. Cabalgamiento del bloque Panamá-Baudó sobre el bloque Andino; L3. Cabalgamiento del bloque Andino sobre la placa Sudamericana. 1. Falla de Boconó; 2. Falla de Chucarima; 3. Falla Guacáramo; 4. Falla de Bucaramanga; 5. Falla de Chicamocha; 6. Falla de Salinas; 7. Falla de Palestina; 8. Falla de Romeral; 9. Falla del Cauca; 10. Falla de Sabanalarga; 11. Falla de Sardinas; 12. Falla de Espíritu Santo.

oriente de la Cordillera Central y por el sistema de fallas Cauca-Romeral, localizado en el valle del río Cauca. A continuación se describen brevemente estas fallas.

**FALLA DE BUCARAMANGA**

Esta falla, de dirección noroeste (Fig. 2), tuvo

en el Mioceno Superior y el Plioceno, un importante movimiento de rumbo sinistral, que alcanzó unos cien kilómetros en su parte septentrional. Este movimiento sinistral permitió la formación de pilares en compresión (push-up block) en las regiones de relevos en escalón de la falla, en los cuales el basamento precámbrico y paleozoico del Macizo de Santander cabalga, localmente, sobre los sedi-

mentos mesocenoicos del valle del Magdalena. En su terminación meridional, llamada falla Chicomocha, la dirección cambia hacia el suroeste y en esta zona sólo se comprueba un movimiento vertical marcado por un cabalgamiento con vergencia oriental de la parte occidental de la Cordillera Oriental, sobre el flanco oriental de la misma cordillera. Según Boinet *et al.* (en prep.), la actividad reciente de la falla de Bucaramanga es contemporánea con los cabalgamientos de vergencia noroccidental de la Serranía de Perijá sobre el valle del César (Kellogg y Bonini, 1982).

#### FALLA DE SALINAS

La falla de Salinas y el sistema de fallas relacionadas con ella tiene una dirección noreste y limita la Cordillera Oriental del valle medio del Magdalena. El conjunto corresponde, regionalmente, a una serie de cabalgamientos con vergencia occidental de los terrenos mesozoicos de la Cordillera Oriental, sobre los terrenos cenozoicos del valle del río Magdalena.

La falla de Salinas estaba, probablemente, en continuidad con el cabalgamiento también con vergencia noroccidental de la serranía de Perijá sobre el valle del César, antes de ser desplazado en sentido sinistral por la falla de Bucaramanga (Fig. 2).

#### FALLA DE PALESTINA

La falla de Palestina, que tuvo una importante actividad durante el Cretácico tardío y el Eoterciario, con un desplazamiento dextral del orden de 28 km (Feininger, 1970), parece haber reducido su actividad durante el Neoterciario y el Cuaternario. En efecto, según Collins *et al.* (1981), la actividad reciente de tipo inverso sinistral es bastante reducida, por lo tanto, esta falla no constituiría, en la actualidad, una zona de acortamiento importante, aunque sí una zona de debilidad que controla, por ejemplo, el emplazamiento del macizo volcánico del Ruiz.

#### SISTEMA CUENCA-ROMERAL

El límite entre las cordilleras Central y Occidental está afectado por una zona de falla representada por el Sistema Cauca-Romeral (Fig. 2), el cual constituye una zona de debilidad importante a lo largo de la historia geológica del occidente colom-

biano.

Durante el Cretácico, esta región fue afectada por un tectonismo marcado por grandes cabalgamientos con vergencia oriental y constituye una zona de sutura entre el basamento continental de la Cordillera Central y el material oceánico de la Cordillera Occidental. Luego, durante el Cenozoico, se producen importantes fallamientos de rumbo, cuyos sentidos de movimientos parecen variar de dextral a sinistral en función de los cambios sucesivos en las direcciones de convergencia de las placas, que actúan en el noroccidente sudamericano (Toussaint y Restrepo, 1985; James, 1985; Toussaint *et al.*, 1987).

Los movimientos más recientes de este sistema, que han sido comprobados tanto por paleomagnetismo (Mac Donald, 1980), como por estudios de mecanismo focal de microsismos (Hutchings *et al.*, 1981), parecen de tipo rumbo sinistral con componente vertical, lo cual parece confirmarse por varios estudios de geomorfología, que apoyan estas interpretaciones (por ejemplo, Cline *et al.*, 1980).

Entre los paralelos 5°N y 8°N, el Sistema Cauca-Romeral, que al sur tenía una dirección NNE, cambia a NNW, al norte de La Pintada (Fig. 2).

En este tramo, los componentes sinistral son bastante marcados en la actualidad y, en particular, con la formación de cuencas de tracción tales como las de La Ciénaga y La Tolva (Restrepo y Toussaint, 1987), localizadas cerca de Medellín; sin embargo, al norte de Santa Fe de Antioquia, la red de fallas cambia nuevamente de posición: un ramal sigue hacia el norte, incluyendo la falla de Sabanalarga y la de Sardinias, mientras que otro ramal sigue al nororiente, tal como lo hace la falla de Espíritu Santo (Fig. 2).

La falla de Espíritu Santo, que parece haber tenido un importante movimiento dextral antes del Mioceno (Hall *et al.*, 1972) está, en la actualidad, con una actividad moderada a baja (Arias, 1981), marcada por un movimiento principalmente inverso con componente menor de tipo sinistral.

Al contrario, el movimiento sinistral es predominante sobre los desplazamientos inversos de las fallas de dirección norte-sur tal como lo indica la microsismicidad (Hutchings *et al.*, 1980) y la formación de cuencas de tracción sinistral, por ejemplo, en la falla de Sabanalarga.

Estos datos parecen indicar que, recientemente, la Cordillera Central tiene tendencia a cabalgar

hacia el oeste-noroeste, por medio de la falla de Espíritu Santo, mientras que por medio de las fallas NS y NNW, parece producirse más bien un movimiento principalmente de rumbo sinistral.

Es posible que el cabalgamiento de la Cordillera

Central hacia el WNW sea una de las causas de su levantamiento reciente y de la inclinación hacia el oriente de la superficie de erosión neoterciaria descrita en particular por Page y James (1981).

## CONCLUSION

Entre los paralelos 5°N y 8°N, la convergencia entre las placas Sudamericana, Nazca y Caribe no corresponde a una simple unión triple. Más bien, se marca por la presencia de una cuña intermedia entre los tres dominios y constituida por el bloque Panamá-Baudó y el bloque Andino.

El bloque de Panamá-Baudó estaría limitado al occidente por la zona de subducción hacia el este de la placa de Nazca y al oriente por el frente de su cabalgamiento con vergencia oriental localizado en el flanco occidental de la Cordillera Occidental.

El bloque Andino estaría limitado al este por las fallas de Boconó, de Chucarima y las del borde de los Llanos Orientales. Este límite está representado tanto por fallamientos de rumbo como por cabalgamientos. Además, el bloque Andino está, en la actualidad, sometido a acortamientos internos, los cuales se marcan principalmente en la terminación sur de la falla de Bucaramanga, en la falla de Salinas y en la compleja zona del sistema Cauca-Romeral.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto No. 202 del Programa Internacional de Correlación Geológica,

denominado Megafallas de Sudamérica.

## REFERENCIAS

- ARIAS, L.A. 1981. Actividad cuaternaria de la falla Espíritu Santo. *Revista CIAF*, Vol. 6, p. 1-16.
- CASE, J.; DURAN, L.; LOPEZ, A.; MOORE, W. 1971. Tectonic investigation in Western Colombia and Eastern Panamá. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 82, No. 10, p. 2685-2712.
- CLINE, K.M.; PAGE, E.D.; GILLAN, M.L.; CLUFF, L.S.; ARIAS, L.A.; BELALCAZAR, L.G.; LOPEZ, J.H. 1980. Quaternary activity of the Romeral and Cauca Faults, Northwest Colombia. *In Seminario sobre el Cuaternario de Colombia*, No.1, Resúmenes, Vol. 1, p. 37-38. Bogotá, Colombia.
- COLLINS, D.; BELALCAZAR, G.; PAGE, W. 1981. Quaternary activity of the Palestina fault zone, northwest Colombia. *Revista CIAF*, Vol. 6, No. 1-3, p. 117-118.
- DUQUE-CARO, H. 1985. La cuenca del Atrato en el bloque de Chocó (Sudamérica noroccidental) y sus implicaciones estratigráficas y estructurales. *In Congreso Latinoamericano de Geología*, No. 6, Memorias, Vol. 1, p. 61-62. Bogotá, Colombia.
- FEININGER, T. 1970. The Palestina fault. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 81, p. 1201-1216.
- FLÜH, E.R.; MILKEREIT, B.; MEISSNER, R.; MEYER, R. P.; RAMIREZ, J.E.; QUINTERO, J.C. 1981. Seismic refraction observation in Northwestern Colombia at latitude 5.5°N. *Zeitblatt der Geologie und Palaeontologie*, Vol. 1, No. 34, p. 231-242.
- HALL, R.; ALVAREZ, J.; RICO, H. 1972. Geología de parte de los Departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-A). *Boletín Geológico (Bogotá)*, Vol. 20, 85 p.
- HUTCHINGS, L.; TURCOTTE, T.; McBRIDE, J.; OCHOA, M. 1981. Microseismicity along and near the Dolores shear zone in Antioquia-Colombia. *Revista CIAF (Bogotá)*, Vol. 6, No. 1-3, p. 243-256.
- JAMES, M. 1985. Evidencia de colisión entre la miniplaca Bloque Andino y la placa Norteamericana desde el Mioceno Medio. *In Congreso Latinoamericano de Geología*, No. 6, Memorias, Vol. 1., p. 69-89. Bogotá, Colombia.
- KELLOGG, J.; BONINI, W. 1982. Subduction of the Caribbean plate and basement uplifts in the overriding South American plate. *Tectonics*, No. 1, p. 251-276.
- KELLOGG, J.; OGUJIOFOR, I.; KANSAKAR, D. 1985. Cenozoic tectonics of the Panamá and North Andes Block. *In Congreso Latinoamericano de Geología*, No. 6, Memorias, Vol. 1, p. 43-59. Bogotá, Colombia.
- Mac DONALD, W.D. 1980. Anomalous paleomagnetic directions in Late Tertiary andesitic intrusions of the

- Cauca Depression, Colombian Andes. *Tectonophysics*, Vol. 68, p. 339-348.
- MANN, P.; BURKE, K. 1984. Neotectonics of the Caribbean. *Reviews on Geophysics and Space Physics*, Vol. 22, No. 4, p. 309-362.
- MEISSNER, R.; FLÜH, E.R.; STIBANE, F.; BERG, E. 1976. Dynamics of the active plate boundary in Southwest Colombia according to recent geophysical measurement. *In* La transición océano-continente en el suroeste de Colombia. Editorial del Instituto Geofísico, Universidad Javeriana, p. 169-198. Bogotá, Colombia.
- PAGE, W.; JAMES, M. 1981. The antiquity of the erosion surface and Late Cenozoic deposits near Medellín, Colombia: Implications to tectonics and erosion rates. *Revista CIAF*, Vol. 6, No. 1-3, p. 421-454.
- PENNINGTON, W. 1981. Subduction of the eastern Panamá Basin and seismotectonics of northwestern South America. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 86, p. 10753-10770.
- PINDELL, J.; DEWEY, J. 1982. Permo-Triassic reconstruction of Western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico-Caribbean region. *Tectonics*, Vol. 1, No. 2, p. 179-211.
- RESTREPO, J.J.; TOUSSAINT, J.F. 1987. Cuencas de tracción sinistral en la falla de Minas del Sistema Cauca-Romeral en las cercanías de Medellín, Colombia. *Revista Geológica de Chile*, No. 31, p. 57-60. Este volumen.
- TOUSSAINT, J.F.; RESTREPO, J.J., 1985. Fallamientos superpuestos del Sistema Cauca-Romeral en los alrededores de Medellín. *In* Congreso sobre Riesgos Geológicos, Valle de Aburrá, No. 1, Memorias, Vol. 1, 17 p. Medellín, Colombia.
- TOUSSAINT, J.F.; MERCADO, M.; RESTREPO, J.J. 1987. Megafallas del noroccidente sudamericano. Instituto de Ciencias Naturales y Ecología, Publicación Especial, No. 10, 13 p. Medellín, Colombia.